

УДК 355.244
ББК 68.9
Б 39

Авторы-составители: О. В. Шереметова, ст. преподаватель;
А. В. Ковальчук, ст. преподаватель

Рецензенты: Е. Е. Кученева, канд. техн. наук, доцент,
зав. лабораторией разработки документов в области
охраны труда, промышленной и пожарной безопасности
БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение
«Белоруснефть»;
Г. С. Митюринч, д-р физ.-мат. наук, профессор
Белорусского торгово-экономического университета
потребительской кооперации

Рекомендован к изданию научно-методическим советом учрежде-
ния образования «Белорусский торгово-экономический университет
потребительской кооперации». Протокол № 5 от 9 июня 2015 г.

Безопасность жизнедеятельности человека : практикум для реа-
Б 39 лизации содержания образовательных программ высшего образова-
ния I ступени / авт.-сост. : О. В. Шереметова, А. В. Ковальчук. – Го-
мель : учреждение образования «Белорусский торгово-экономический
университет потребительской кооперации», 2016. – 92 с.
ISBN 978-985-540-330-3

Практикум предназначен для студентов экономических специальностей. В нем приводятся краткие теоретические сведения по темам дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека», ситуационные задания, методические указания по решению заданий, вопросы для самоконтроля, тесты.

УДК 355.244
ББК 68.9

ISBN 978-985-540-330-3

© Учреждение образования «Белорусский
торгово-экономический университет
потребительской кооперации», 2016

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Интегрированная учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности человека» включает обязательные для изучения на первой ступени высшего образования в учреждениях высшего образования Республики Беларусь дисциплины «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций», «Радиационная безопасность», «Основы экологии», «Основы энергосбережения», «Охрана труда», являющиеся непрофильными для соответствующей специальности, и относится к циклу общепрофессиональных дисциплин (государственный компонент).

Содержание интегрированной учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» соответствует основным национальным интересам Республики Беларусь в экономической, социальной, экологической и других сферах жизнедеятельности. В настоящее время невозможно обеспечить конституционные права граждан, прежде всего, право на жизнь, охрану здоровья и компенсацию его ущерба в результате техногенных аварий и катастроф, экологических правонарушений, стихийных бедствий, а также реализовать политику устойчивого социально-экономического развития страны без решения проблемы предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС). Современное общество вовлекло в производственный оборот огромное количество биологических, минерально-сырьевых, водных ресурсов и продолжает обогащать себя новейшими технологиями, обеспечивая условия для более высокой ступени своего развития. Этот процесс сопровождается высоким удельным потреблением энергии, основным источником которой является сжигание ископаемого топлива, истощением невозобновляемых природных ресурсов, промышленными выбросами. Негативное влияние на все сферы жизнедеятельности людей оказала крупнейшая техногенная катастрофа на Чернобыльской АЭС.

Согласно Концепции национальной безопасности Республики Беларусь, приоритетной стратегией деятельности в этой сфере на государственном уровне является обеспечение защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз. Реализацию данной стратегии призваны обеспечить специалисты с высшим образованием, способные к активным действиям по преобразованию окружающего мира на основе продуктивного диалога с природой и социумом, готовые к принятию ответственных управленческих решений.

Изучение интегрированной учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» в учреждениях высшего образования страны осуществляется в рамках компетентностной модели подготовки специалиста. Содержание дисциплины имеет практико-ориентированный характер.

Основная задача данного практикума – получение студентами глубоких теоретических и прикладных знаний по правовым основам безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, правилам поведения и действия в них, физическим основам радиоактивности, способам защиты населения от ионизирующего излучения, основам экологии и энергосбережения в быту, микроклимату производственных помещений и пожарной профилактике.

Целью предложенных в практикуме заданий является изучение студентами основ безопасности жизнедеятельности, подготовка к деятельности по созданию здоровых и безопасных условий труда на производстве, выработка умения анализировать состояние окружающей среды, энергосбережения и охраны труда для разработки профилактических мероприятий.

Формой итогового контроля предусмотрен зачет, общее количество учебных часов по интегрированной дисциплине составляет 108 ч, из них 68 ч аудиторной и 40 ч самостоятельной работы студентов, включая время на подготовку к зачету.

Раздел I. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Тема 1. Подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Определение параметров и оценка обстановки в зоне наводнения

Цель занятия – изучить основные причины и классификацию наводнений, освоить методику расчета параметров наводнения и причиненный экономический ущерб, правила поведения и действия населения.

Краткие теоретические сведения

Наводнение – это временное затопление водой прилегающей к водоему местности, которое причиняет материальный урон, наносит вред здоровью населения и приводит к гибели людей.

По повторяемости, площади распространения и суммарному среднегодовому материальному ущербу наводнения занимают первое место среди стихийных бедствий в мире, а по числу пострадавших людей – второе после землетрясений.

Характер поражения населения, сельскохозяйственных животных, ущерб объектам экономики и объемы аварийно-спасательных работ зависят от масштаба наводнения, интенсивности его развития, параметров поражающих факторов, от своевременности предупреждения населения об опасности, принятия необходимых мер по его защите, наконец, от уровня подготовки объектов, территорий и всего населения к защите от данной чрезвычайной ситуации.

По масштабам распространения наводнения подразделяются на 4 класса:

1. *Низкие (малые)* наводнения охватывают небольшие прибрежные территории, затопляя менее 10% сельскохозяйственных угодий (сельхозугодий), расположенных в низинных местах. Они повторяются 1 раз в 5–10 лет.

2. *Высокие* наводнения затопляют довольно значительные участки речных долин. Под водой оказываются от 10–15 до 50% сельхозугодий. Появляется угроза для жизни людей и необходимость их частичной эвакуации. Они происходят 1 раз в 20–25 лет.

3. *Выдающиеся* наводнения охватывают целые речные бассейны, заливая 50–70% земель и ряд населенных пунктов. Приводят к поте-

рям среди населения, что вызывает необходимость эвакуации его значительной части. Повторяются эти наводнения через 50–100 лет.

4. *Катастрофические* – наводнения, при которых затопливается свыше 70% территории и большое количество населенных пунктов, объектов экономики, коммуникаций. Повторяются 1 раз в 100–200 лет и приводят к большим потерям среди населения.

При катастрофическом наводнении выделяют четыре зоны катастрофического затопления. *Первая зона* примыкает непосредственно к гидросооружению и простирается на 6–14 км. Высота волны может достигать нескольких метров. Скорость течения воды в волне 30 км/ч и более. Время прохождения волны 30 мин. *Вторая зона* – зона быстрого течения – характеризуется протяженностью 15–25 км и течением воды 15–20 км/ч. Время прохождения волны 50–60 мин. *Третья зона* – зона среднего течения – характеризуется протяженностью до 30–50 км, скоростью течения воды 10–15 км/ч и временем прохождения волны 2–3 ч. *Четвертая зона* – зона слабого течения – характеризуется скоростью течения воды 6–10 км/ч и протяженностью площади затопления 50–70 км и более. Время прохождения волны более 3 ч.

Задание

В результате прорыва плотины 20 апреля 2015 г. в 10 ч произошло наводнение, вследствие которого был подтоплен ряд населенных пунктов, сельхозугодий, повреждены здания, поражено население.

Проведите оценку сложившейся обстановки в результате наводнения.

Методом расчета определите параметры наводнения, нанесенный экономический ущерб и оцените сложившуюся обстановку.

Сделайте выводы и определите действия для проведения защитных мероприятий населения и территорий от наводнения.

Исходные данные для определения параметров и последствий наводнения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты задания по определению параметров и последствий наводнения

Параметры наводнения	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Ширина прорана плотины (В), м	20	30	40	50	70	100	10	15	25	35
Глубина воды перед плотинной (Н), м	5	10	15	25	35	50	5	10	15	20
Скорость движения воды (V), м/с	25	20	15	10	6	5	10	20	30	5
Объем водохранилища (W), млн м ³	20	50	70	90	100	120	120	110	100	90
Территория, охваченная наводнением	Прибрежные участки	Большие участки	Целый речной бассейн	10–15% с.-х. угодий	Свыше 70% территории района	50–70% земель и ряд населенных пунктов	Прибрежные участки	Большие участки речной долины	Целый речной бассейн	10–15% с.-х. угодий
Населенный пункт удален от плотины (R), км	10	20	40	60	80	150	10	15	20	25
Непригодных к жилью домов, ед.	3	5	6	7	8	12	2	4	3	2
Процент износа домов на момент затопления	30	20	15	25	30	18	10	15	20	25
Количество выведенного из строя оборудования на предприятиях, ед.	2	3	4	5	6	8	2	2	3	3
Процент износа оборудования	15	20	30	15	20	30	15	30	20	50

Продолжение таблицы 1

Параметры наводнения	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Первоначальная стоимость единицы оборудования, млн р.	60	70	80	50	60	100	20	30	15	20
Количество выведенных из строя тепловых сетей, км	1	1,5	2	2,5	3	3,5	2	3	4	2
Первоначальная стоимость 1 км тепловых сетей, млн р.	10	10	11	10	12	11	15	10	10	20
Количество выведенных из строя водопроводных сетей, км	1	2	4	5	6	10	1	2	3	1
Стоимость 1 км водопроводных сетей, млн р.	10	20	40	20	15	20	10	10	10	20
Процент износа тепловых и водопроводных сетей	15	17	20	22	18	25	10	15	20	25
Стоимость затрат на ведение аварийно-спасательных работ, млн р.	150	200	250	300	140	200	150	200	250	300
Количество выведенных из строя водопроводных сетей, км	1	2	4	5	6	10	1	2	3	1

Продолжение таблицы 1

Параметры наводнения	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Стоимость 1 км водопроводных сетей, млн р.	10	20	40	20	15	20	10	10	10	20
Израсходовано страховых фондов на возмещение ущерба, млн р.	80	100	120	180	240	400	100	120	150	200
Штрафные санкции, млн р.	200	400	600	100	120	800	200	250	300	100

Продолжение таблицы 1

Параметры наводнения	Вариант									
	11-й	12-й	13-й	14-й	15-й	16-й	17-й	18-й	19-й	20-й
Ширина прорана плотины (В), м	45	55	60	65	75	80	85	90	95	50
Глубина воды перед плотинной (Н), м	25	30	35	40	45	50	10	20	30	25
Скорость движения воды (V), м/с	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30
Объем водохранилища (W), млн м ³	80	70	60	50	40	30	20	50	70	100
Территория, охваченная наводнением	Цельный речной бассейн	50–70% земель	10–15% с.-х. угодий	Большие участки речной долины	Прибрежные участки	10–15% с.-х. угодий	50–70% земель и ряд населенных пунктов	Свыше 70% территории района	Большие участки речной долины	50–70% земель
Населенный пункт удален от плотины (R), км	30	35	40	45	50	15	40	20	80	150

Продолжение таблицы 1

Параметры наводнения	Вариант									
	11-й	12-й	13-й	14-й	15-й	16-й	17-й	18-й	19-й	20-й
Непригодных к жилью домов, ед.	5	6	5	7	6	8	10	6	12	10
Процент износа домов на момент за-топления	30	25	20	15	10	20	30	40	50	40
Количество выведенного из строя обо-рудования на пред-приятиях, ед.	3	4	4	4	4	5	5	5	5	2
Процент износа оборудо-вания	40	50	25	30	20	25	20	30	50	40
Первона-чальная стоимость единицы оборудо-вания, млн р.	25	30	35	40	45	50	45	30	25	60
Количе-ство выве-денных из строя теп-ловых се-тей, км	3	1	1	2	3	3	4	5	5	4
Первона-чальная стоимость 1 км теп-ловых се-тей, млн р.	15	20	25	25	15	20	20	10	20	15
Количе-ство выве-денных из строя во-допровод-ных сетей, км	2	3	5	3	2	2	4	3	2	4

Продолжение таблицы 1

Параметры наводнения	Вариант									
	11-й	12-й	13-й	14-й	15-й	16-й	17-й	18-й	19-й	20-й
Стоимость 1 км водопроводных сетей, млн р.	20	20	5	5	10	15	15	10	20	15
Процент износа тепловых и водопроводных сетей	30	35	40	35	30	25	20	15	10	20
Стоимость затрат на ведение аварийно-спасательных работ, млн р.	350	400	450	500	450	400	350	300	250	200
Количество выведенных из строя водопроводных сетей, км	2	3	5	3	2	2	4	3	2	4
Стоимость 1 км водопроводных сетей, млн р.	20	20	5	5	10	15	15	10	20	15
Израсходовано страховых фондов на возмещение ущерба, млн р.	100	120	150	200	150	100	120	180	200	250
Штрафные санкции, млн р.	150	200	250	300	350	400	450	500	400	300

Методические указания по выполнению задания

Для определения параметров наводнения необходимо рассчитать следующие показатели:

1. Время подхода воды к населенному пункту ($t_{\text{под}}$), определяемое по формуле

$$t_{\text{под}} = \frac{R}{V}, \quad (1.1)$$

где R – расстояние от населенного пункта до плотины;

V – скорость движения воды (выбирается вариант из таблицы 1).

2. Высоту волны (h) (высота переднего фронта движущейся воды) в районе населенного пункта, используя данные таблицы 2 (согласно заданному варианту), где H – глубина воды перед плотиной, м; T – время опорожнения водохранилища, ч.

Таблица 2 – Высота волны и продолжительность ее прохождения

Параметры наводнения	Расстояние до плотины, км											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	80	150
Высота волны (h), м	$0,22 \cdot H$	$0,21 \cdot H$	$0,2 \cdot H$	$0,18 \cdot H$	$0,17 \cdot H$	$0,16 \cdot H$	$0,15 \cdot H$	$0,1 \cdot H$	$0,11 \cdot H$	$0,07 \cdot H$	$0,06 \cdot H$	$0,05 \cdot H$
Продолжительность прохождения волны, ч	$0,8 \cdot T$	$1 \cdot T$	$1,7 \cdot T$	$2 \cdot T$	$2,3 \cdot T$	$2,5 \cdot T$	$2,6 \cdot T$	$3 \cdot T$	$3,5 \cdot T$	$4 \cdot T$	$4,3 \cdot T$	$5 \cdot T$

3. Время опорожнения водохранилища (T), исчисляемое по формуле

$$T = \frac{W}{N \cdot B \cdot 3\,600}, \quad (1.2)$$

где W – объем водохранилища, млн м³ (согласно варианту таблицы 1);

B – ширина прорана¹, м (выбирается вариант из таблицы 1);
 N – максимальный расход воды на 1 м ширины прорана, м³/с (выбирается вариант из таблицы 3).

Таблица 3 – Максимальный расход воды на 1 м ширины прорана N , м³/с

Глубина воды перед плотиной (H), м	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
N max, м ³ /с	10	30	80	100	125	200	240	280	300	350

4. Продолжительность прохождения воды через населенный пункт ($t_{n\ n\ в}$), используя формулу

$$t_{n\ n\ в} = K \cdot T, \quad (1.3)$$

где K – коэффициент (согласно формуле в таблице 2).

5. Время стояния воды в населенном пункте ($t_{св}$), определяемую по следующей формуле:

$$t_{св} = t_{под} + t_{n\ n\ в}, \quad (1.4)$$

где $t_{n\ n\ в}$ – продолжительность прохождения воды через населенный пункт, ч.

6. Сумму прямого экономического ущерба ($U_{прям}$), используя формулу

$$U_{прям} = (C_{зданий} + C_{оборуд}) - C_{а\ о}, \quad (1.5)$$

где $C_{зданий}$ – стоимость потерянных зданий, млн р. (во всех вариантах таблицы 1 стоимость одного здания принимается 1000 млн р.);

$C_{оборуд}$ – стоимость потерянного оборудования, млн р.;

$C_{а\ о}$ – амортизационные отчисления в связи с износом зданий и оборудования, млн р.

7. Сумму косвенного ущерба ($U_{косв}$) по формуле, которая складывается из суммы затрат на замену водопроводных труб ($C_{зам\ вод\ труб}$), труб теплосетей ($C_{воз\ теплосеть}$), затрат на ликвидацию последствий наводнения ($C_{лик\ посл}$), расходов из страховых фондов ($C_{изр\ страх\ фондо}$) и штрафных санкций ($C_{штраф\ санкц}$):

¹ Проран – разлом в плотине (место прорыва воды).

$$U_{\text{косв}} = C_{\text{зам вод труб}} + C_{\text{воз теплосеть}} + C_{\text{лик посл}} + C_{\text{изр страх фонд}} + C_{\text{штраф санкц}}, \quad (1.6)$$

где C – стоимость прямых и косвенных потерь, млн р.

Также необходимо определить нанесенный наводнением экономический ущерб в населенном пункте, используя формулу общего экономического ущерба, который складывается из прямого и косвенного ущерба:

$$U_{\text{общ}} = U_{\text{прям}} + U_{\text{косв}}, \quad (1.7)$$

где $U_{\text{общ}}$ – общий экономический ущерб;

$U_{\text{прям}}$ – прямой экономический ущерб;

$U_{\text{косв}}$ – косвенный экономический ущерб.

Оцените сложившуюся ситуацию и сделайте выводы, используя образец оформления. Для этого необходимо определить класс наводнения, зону наводнения и последствия.

Образец оформления результатов оценки обстановки в зоне наводнения

В результате прорыва плотины в районе населенного пункта следует ожидать подход большой воды через ____ ч. Высота волны может достигнуть ____ метров. Вода к району населенного пункта подойдет за ____ ч ($t_{\text{под}}$), продолжительность прохождения воды ($t_{\text{п п в}}$) ____ ч. Согласно расчетам можно сделать вывод, что наводнение является _____ (низким, высоким, выдающимся, катастрофическим). Оно характеризуется быстрым течением воды со скоростью ____ км/ч, протяженность зоны наводнения составляет _____ км, что значительным образом затрудняет проведение спасательных работ. Под водой оказалось ____ % сельскохозяйственных угодий, возникла угроза для жизни людей, требуется частичная (полная) эвакуация населения из наиболее опасного района. Экономический ущерб составил _____ млн р.

К проведению спасательных работ необходимо подготовить плавательные средства, средства для эвакуации пострадавших, спасательные команды, медицинские учреждения и санитарные дружины, пункты сбора пораженных для оказания им медицинской помощи.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какова краткая характеристика основных природных явлений, характерных для Республики Беларусь?
2. Каковы причины возникновения и критерии наводнения?
3. На какие классы делят наводнения по масштабам распространения?
4. Из каких составляющих складываются прямой и косвенный экономический ущерб от наводнения?
5. Какие мероприятия необходимо провести для проведения аварийно-спасательных работ?

Тема 2. Оценка обстановки при аварии на химически опасном объекте

Цель занятия – изучить методику прогнозирования и оценки обстановки при чрезвычайных ситуациях на химически опасных объектах, освоить методику расчета параметров зоны химического заражения, правила поведения и действия населения.

Краткие теоретические сведения

Оценка возможной чрезвычайной обстановки органами управления Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС) проводится на основании прогноза. Основной целью данной оценки является получение необходимых исходных данных для принятия обоснованного решения на организацию и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, а также защитных мероприятий.

Оценка химической обстановки включает в себя:

- определение границ зоны химического заражения и очагов химического поражения;
- определение характера химического заражения, влияния обстановки на работу предприятия, работников и население;
- возможные материальные потери и потери среди населения;
- влияние заражения на жизнедеятельность населения.

При разрушении хранилищ, складов, емкостей хранения, технологических емкостей, трубопроводов на химически опасных объектах в атмосферу попадают аварийные химические отравляющие вещества (АХОВ) с последующим образованием очага химического поражения.

Очаг химического поражения характеризуется масштабом и характером химического заражения. К масштабам очага химического поражения относятся его глубина, ширина, площадь. Масштабы химического очага зависят от количества выброшенного АХОВ; характера разлива (свободно, в поддон, в обваловку); метеорологических условий; физико-химических свойств АХОВ; рельефа местности; застройки и лесистости местности на пути распространения АХОВ; вертикальной устойчивости атмосферы.

Различают три состояния вертикальной устойчивости атмосферы – инверсию, конвекцию, изотермию.

Инверсия – устойчивое состояние (поражающий эффект от загрязнителя максимальный). Возникает в случаях, когда температура почвы ниже температуры воздуха; нижние слои воздуха холоднее верхних; восходящие потоки воздуха отсутствуют.

Конвекция – неустойчивое состояние. Возникает в случаях, когда нижние слои воздуха теплее верхних; температура почвы выше температуры воздуха; восходящие потоки воздуха сильно развиты; происходит интенсивное разбавление загрязнителя.

Изотермия – промежуточное состояние. Возникает в случаях, когда температуры воздуха и почвы приблизительно равны; происходит более медленно, чем при конвекции; распространение зараженного воздуха.

Характер химического заражения определяется токсодозой – количественной мерой токсичности АХОВ. Внутри зоны химического заражения образуются *очаги химического поражения* – районы, где пострадали люди и сельскохозяйственные животные. Внешняя граница очага химического поражения определяется пороговой токсодозой. Внутри очага образуются опасная и чрезвычайно опасная токсодозы.

Образуется очаг химического поражения первичным и вторичным облаком АХОВ. Первичное облако образуется в момент выброса АХОВ (1–3 мин), вторичное – в результате испарения разлившегося АХОВ. Время прохождения первичного облака определяется скоростью ветра и состоянием атмосферы (инверсия, изотермия, конвекция), а вторичного облака – летучестью, стойкостью, временем испарения АХОВ.

Основные способы защиты населения в очаге химического поражения следующие: оповещение населения о химической опасности; эвакуация за пределы зоны химического поражения в направлении, перпендикулярном движению воздушных масс; применение средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи; укрытие населения

в защитных сооружениях, оборудованных фильтровентиляционной системой, обеспечивающей полную изоляцию от внешней среды.

Задание

Проведите оценку химической обстановки в зоне заражения аварийными химическими отравляющими веществами.

На химически опасном объекте (железнодорожной станции) произошла авария с выбросом АХОВ. Рабочие и служащие средствами индивидуальной защиты не обеспечены. Исходные данные для выполнения задания приведены в таблице 4. Оценка обстановки выполняется в течение 1 ч после аварии.

Таблица 4 – Исходные данные для выполнения практического задания

Вариант	Вид аварии	Количество выброшенного АХОВ, т	Тип АХОВ	Условие разлива	Высота поддона (обваловки), м	Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С	Время суток, облачность	Расстояние до места аварии, км
1-й	Разрушение цистерны	40	Соляная кислота	Свободно	–	Северный	2	0	Вечер, сплошная облачность	5
2-й	Разрушение емкости	5	Хлор	Свободно	–	Западный	1	20	Ночь, ясно	3
3-й	Разрушение трубопровода	5	Фтор	Свободно	–	Северо-западный	3	–20	День, облачно	1
4-й	Разрушение емкости	10	Сероводород	В поддон	1,5	Южный	2	0	Утро, ясно	6
5-й	Разрушение емкости	100	Фосген	В поддон	2,5	Западный	1	0	День, ясно	8
6-й	Разрушение емкости	100	Фосген	Свободно	–	Западный	2	20	Вечер, сплошная облачность	6
7-й	Разрушение емкости	100	Фосген	Свободно	–	Западный	3	0	День, ясно	3
8-й	Разрушение емкости	50	Хлорциан	В поддон	1,5	Северо-западный	2	20	День, ясно	5

Окончание таблицы 4

Вариант	Вид аварии	Количество выброшенного АХОВ, т	Тип АХОВ	Условие разлива	Высота поддона (обваловки), м	Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С	Время суток, облачность	Расстояние до места аварии, км
9-й	Разрушение емкости	100	Аммиак	В поддон	2	Северо-западный	1	20	Ночь, ясно	5
10-й	Разрушение емкости	500	Хлор	В поддон	3	Северо-западный	2	0	Ночь, ясно	5
11-й	Разрушение емкости	1 000	Аммиак	Свободно	–	Западный	1	20	Вечер, ясно	10
12-й	Разрушение емкости	3 000	Аммиак	В обваловку	5	Западный	3	20	Вечер, ясно	10
13-й	Разрушение емкости	50	Хлорциан	Свободно	–	Юго-восточный	2	20	Утро, сплошная облачность	3
14-й	Разрушение емкости	50	Фтор	В поддон	1,5	Северо-западный	1	–20	День, ясно	4
15-й	Разрушение емкости	50	Аммиак	В поддон	1,5	Западный	2	–20	День, ясно	1
16-й	Разрушение емкости	60	Соляная кислота	Свободно	1	Восточный	2	20	Ночь, ясно	3
17-й	Разрушение емкости	60	Сероводород	Свободно	1	Восточный	2	0	День, сплошная облачность	3
18-й	Разрушение трубопровода	20	Сероуглерод	Свободно	–	Юго-восточный	1	20	День, ясно	3
19-й	Разрушение трубопровода	20	Сернистый ангидрид	Свободно	–	Юго-восточный	3	20	Вечер, ясно	2
20-й	Разрушение емкости	100	Сернистый ангидрид	В обваловку	3	Северный	2	0	Ночь, ясно	5

Задание выполните в следующем порядке:

1. Определите следующее:
 - глубину и ширину зоны химического заражения в км;
 - площадь зоны химического заражения в км²;
 - время подхода зараженного облака к торговому предприятию в минутах;
 - продолжительность поражающего действия АХОВ в минутах.
2. Покажите графически зону химического заражения (с учетом направления ветра), укажите на ней место объекта, произведите необходимые расчеты.
3. Сделайте выводы о создавшейся химической обстановке и укажите мероприятия по защите работников предприятия.

Методические указания по выполнению задания

Для выполнения задания необходимо изучить методические указания и приложения А–Ж данного практикума. Следует учитывать, что в результате аварии выброшенное химическое вещество находится в *сжиженном состоянии*, и, следовательно, от него будут образованы первичное и вторичное облака.

Вначале следует определить состояние вертикальной устойчивости атмосферы по заданному времени суток, состоянию облачности и температуре воздуха (приложение А).

При определении глубины зоны химического заражения необходимо рассчитать глубину, образованную первичным, а затем вторичным облаком. После этого определяется полная глубина зоны заражения.

Расчет глубины зоны химического заражения проводится по эквивалентному количеству химического вещества, перешедшего в первичное облако ($Q_{\text{с1}}$) и во вторичное облако ($Q_{\text{с2}}$). Полученные результаты $Q_{\text{с1}}$ и $Q_{\text{с2}}$ округляются до сотых долей.

Эквивалентное количество вещества, перешедшее в первичное облако ($Q_{\text{с1}}$), рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{с1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (2.1)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (приложение Б);

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (приложение Б);

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы (для инверсии он принимается равным 1, изо-

термии – 0,23, конвекции – 0,08);

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (приложение Б);

Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т.

Эквивалентное количество вещества, перешедшее во вторичное облако (Q_{32}), рассчитывается по формуле

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \frac{Q_0}{h \cdot d}, \quad (2.2)$$

где K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств (приложение Б);

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (приложение В);

K_6 – коэффициент, учитывающий время, прошедшее после аварии (приложение Г);

d – плотность АХОВ, т/м³ (приложение Б);

h – толщина слоя разлившегося АХОВ, м.

При свободном разливе h равна 0,05 м, при разливе в поддон или в обваловку $h = (H - 0,2)$ м, где H – высота поддона или обваловки.

С помощью приложения Д в зависимости от эквивалентного количества АХОВ Q_{31} , Q_{32} и скорости ветра определяется глубина зоны заражения, образованная первичным облаком (Γ_1), а также глубина зоны заражения, образованная вторичным облаком (Γ_2).

Если эквивалентное количество вещества в первичном или вторичном облаке равно нулю, то глубина зоны заражения, образованная этим облаком, будет равна ноль км.

Если Q_{31} или Q_{32} меньше 0,01 т, но больше нуля, то для расчета берется значение 0,01 т с учетом скорости ветра.

В том случае, если величина Q_{31} в приложении Д не приведена, то глубина зоны заражения первичным (вторичным) облаком определяется методом линейной интерполяции.

Интерполяция в математике и статистике означает отыскание промежуточных значений величины по некоторым ее значениям.

Пусть значение X принадлежит отрезку $[a; b]$ и известны значения функции в граничных точках этого отрезка $f(a)$ и $f(b)$ соответственно, тогда значение $f(x)$ определяется по формуле линейной интерполяции

$$f(x) = f(a) + \frac{f(\hat{a}) - f(\hat{a})}{\hat{a} - \hat{a}} \cdot (x - a). \quad (2.3)$$

Пример. Эквивалентное количество вещества (АХОВ), перешедшее в первичное облако ($Q_{\text{п1}}$), равно 0,5 т, а во вторичное ($Q_{\text{в2}}$) – 11,8 т. Скорость ветра (V) – 5 м/с. Необходимо определить глубину зоны химического заражения от первичного облака (Γ_1) и вторичного облака (Γ_2).

Согласно данным, приведенным в приложении Д, глубина зоны заражения для $Q_{\text{п1}} = 0,5$ т при скорости ветра 5 м/с составляет 1,19 км (табличное значение). Следовательно, $\Gamma_1 = 1,19$ км.

Для значения 11,8 т эквивалентного количества вещества глубина зоны заражения в приложении Д не приведена, поэтому она определяется методом интерполяции. Данное значение принадлежит отрезку от 10 до 20 т. Тогда глубина зоны заражения при скорости ветра 5 м/с для 10 т вещества составляет 5,53 км, а для 20 т – 8,19 км. Методом интерполяции находим глубину зоны заражения (Γ_2) для 11,8 т:

$$\tilde{A}_2 = 5,53 + \left(\frac{8,19 - 5,53}{20 - 10} \right) (11,8 - 10) = 6. \quad (2.4)$$

Следовательно, $\Gamma_2 = 6$ км.

Полная глубина зоны (Γ_n), образованная от первичного и вторичного облака АХОВ, определяется по формуле

$$\Gamma_n = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \quad (2.5)$$

где Γ' – наибольшая глубина из двух сравниваемых глубин Γ_1 и Γ_2 ;

Γ'' – меньшая глубина из Γ_1 и Γ_2 .

Ширина зоны заражения ($Ш$) – один из основных критериев при принятии решения по защите населения. Рассчитывается она по формуле

$$Ш = K_8 \cdot \Gamma_n, \quad (2.6)$$

где Γ_n – глубина зоны заражения, км;

K_8 – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха (при инверсии равен 0,03; при изотермии – 0,15; при конвекции – 0,8).

Площадь зоны заражения (S) определяется по формуле

$$S = 0,5 \cdot \Gamma_n \cdot III. \quad (2.7)$$

Время подхода облака АХОВ к зараженному объекту (t_{nod}) зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле

$$t_{nod} = \frac{\tilde{O}}{V}, \quad (2.8)$$

где X – расстояние от места выброса (разлива) АХОВ до заданного объекта, км;

V – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч (приложение Е).

Продолжительность поражающего действия (T_{no}) определяется временем испарения выброшенного АХОВ с площади разлива и рассчитывается по формуле

$$T_{no} = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (2.9)$$

где h – толщина слоя АХОВ, м;

d – плотность АХОВ, т/м³;

коэффициенты K_2 , K_4 , K_7 (для вторичного облака) определяются по данным приложений Б и В.

Далее, руководствуясь приложением Ж, следует выполнить схему зоны химического заражения, учитывая направление и скорость ветра. На схему зоны химического заражения переносим полученные данные расчетов – Γ_n и III . Наносим на прямой, указывающей направление ветра, в масштабе, расстояние от места аварии X до торгового предприятия (объекта) с обозначением в виде прямоугольника торгового предприятия (ТП).

Затем необходимо написать выводы, оценив сложившуюся химическую обстановку, принять решение по защите рабочих и служащих, определить меры, которые необходимо предпринять на торговом предприятии с целью защиты от поражения АХОВ.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова краткая характеристика основных техногенных чрезвычайных ситуаций, характерных для Республики Беларусь?

2. Каковы причины возникновения и критерии техногенных чрезвычайных ситуаций?
3. Какие существуют виды состояния вертикальной устойчивости атмосферы?
4. От каких параметров зависят размеры зоны химического заражения?
5. Какие защитные мероприятия проводят в очаге химического заражения?

Тема 3. Расчет потребности в средствах пожаротушения для торговых организаций

Цель занятия – освоить методику расчета потребности в первичных средствах пожаротушения для торговых организаций.

Краткие теоретические сведения

К первичным средствам относятся огнетушители, внутренние пожарные краны, пожарные щиты, ящики с песком, противопожарные полотна (кошмы), емкости с водой (200 л). Применяются они для тушения небольших очагов пожара.

Огнетушители по виду огнетушащих средств подразделяются на пенные, газовые и порошковые.

Пенные огнетушители подразделяются на воздушно-пенные и химические пенные.

Воздушно-пенные (типа ОВП-10) и **химические пенные** (типа ОХП-10) огнетушители эффективны при тушении возгораний различных материалов, нефтепродуктов и легковоспламеняющихся жидкостей и веществ, горение которых происходит без доступа кислорода. Их нельзя применять для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, а также для тушения щелочных металлов (лития, натрия, калия). Химические пенные огнетушители в настоящее время организациями применяются редко.

Газовые огнетушители подразделяются на углекислотные и аэрозольные.

Углекислотные огнетушители типа ОУ-2, ОУ-5, ОУ-10 предназначены для тушения небольших возгораний различных веществ (кроме веществ, горящих без доступа кислорода) и электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В.

Аэрозольные огнетушители предназначены для тушения возгораний легковоспламеняющихся жидкостей, твердых веществ (кроме щелочных металлов и кислородосодержащих веществ) и электроустановок под напряжением до 1000 В. Они не токсичны, не портят оборудование, произведения искусства, книги, электронные схемы, меха, ковры, обладают высокой надежностью и большой эффективностью тушения.

Порошковые огнетушители типа ОП-2, ОП-5, ОП-10 предназначены для тушения нефтепродуктов, легковоспламеняющихся жидкостей, твердых веществ, а также электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Этот тип огнетушителей из-за своих универсальных огнетушащих свойств получил наибольшее распространение в Республике Беларусь.

Задание

Рассчитайте потребность в первичных средствах пожаротушения для торговых складов, оптовых организаций и магазинов исходя из приведенных в таблице 5 данных.

Методические указания по выполнению задания

Перед выполнением задания необходимо изучить существующие нормы обеспечения первичными средствами пожаротушения организаций оптовой, розничной торговли и общественного питания потребительской кооперации и государственной торговли согласно Правилам пожарной безопасности (ППБ) Республики Беларусь (таблица 5).

Таблица 5 – Нормы первичных средств пожаротушения для организаций торговли и общественного питания согласно ППБ Республики Беларусь 01-2014

Помещение	Норматив защищаемой площади пола, м ²	Количество первичных средств пожаротушения на норматив защищаемой площади, ед.			
		Огнетушители			Ящики с песком
		углекислотные (5 л)	воздушно-пенные (10 л)	порошковые (10 л)	
1. Универмаги, продовольственные и непродовольственные магазины	100	–	1	2	–

2. Супер- и гипермаркеты площадью более 500 м ²	100	1	2	1	1
--	-----	---	---	---	---

Окончание таблицы 5

Помещение	Норматив защищаемой площади пола, м ²	Количество первичных средств пожаротушения на норматив защищаемой площади, ед.			
		Огнетушители			Ящики с песком
		углекислотные (5 л)	воздушно-пенные (10 л)	порошковые (10 л)	
3. Склады непродовольственных товаров (хлопчатобумажные и шерстяные ткани, готовое платье, трикотаж, меха, головные уборы)	200	—	1	1	1
4. Склады металлоизделий	600	—	1	—	—
5. Хозяйственные склады при наличии легковоспламеняющихся материалов	100	—	1	1	1
6. Склад кожи, резины, кожаных и резиновых изделий	100	—	1	—	—
7. Овощехранилища	200	—	1	—	—
8. Склады продовольствия и фуража	100	—	1	—	—

Используя данные таблицы 6 в зависимости от своего варианта, заполните таблицу 7.

Задание выполняется в следующей последовательности:

1. В графы 1 и 2 таблицы 7 записываются данные о наименовании объектов и их фактической площади из таблицы 6.

2. В графы 3 и 4 таблицы 7 записываются нормативы защищаемой площади пола и нормы потребности в первичных средствах пожаротушения для данных нормативов защищаемой площади из таблицы 5.

3. Необходимое количество средств пожаротушения определяется расчетным путем.

Пример. Фактическая площадь склада тканей составляет 1080 м². Необходимо определить потребное количество огнетушителей.

Согласно нормативу ППБ Республики Беларусь, на защищаемую площадь 200 м² склада предусмотрено 2 огнетушителя: воздушно-пенный и порошковый. Следовательно, потребность в воздушно-пенных и порошковых огнетушителях составит: $1\ 080\text{ м}^2 : 200\text{ м}^2 \cdot 2\text{ шт.} = 5,4 \approx 6\text{ шт.}$ (3 воздушно-пенных и 3 порошковых огнетушителя). Округ-

ление при расчете огнетушителей производится только в большую сторону.

Аналогично рассчитывается потребность в порошковых огнетушителях и ящиках с песком.

Таблица 6 – Наименования объектов оптовой и розничной торговли, их фактические площади, м²

Объект	Фактическая площадь									
	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
1. Торговые склады:										
тканей	290	300	320	290	360	330	400	420	340	350
обуви	640	620	700	800	650	850	810	900	980	1 000
металлоизделий	1 120	1 100	1 350	1 270	1 420	1 370	1 530	1 500	1 280	1 560
бакалейных товаров	850	920	890	1 120	960	1 360	1 210	1 165	1 390	1 410
овощехранилище	1 150	1 200	1 250	1 100	1 100	1 600	1 180	1 400	1 450	1 600
картофелехранилище	780	810	800	950	1 000	1 750	1 620	1 570	1 300	1 295
2. Магазины:										
тканей	130	120	150	160	200	250	270	320	350	325
обуви	150	160	170	180	200	230	250	270	280	300
электробытовых товаров	280	320	360	360	400	450	400	420	320	280
супермаркет	650	850	1 000	1 100	1 500	1 000	1 200	850	1 500	1 200
овощей и фруктов	100	120	90	150	190	240	250	100	90	150
мяса и мясопродуктов	70	100	150	120	130	220	250	120	150	70

При этом следует иметь в виду, что дробные части чисел всегда округляются до единицы (только в большую сторону). Виды и типы первичных средств пожаротушения определяются с учетом товарного профиля объекта.

Таблица 7 – Определение потребности в первичных средствах пожаротушения для складов и магазинов

Объект	Фактическая площадь пола или территорий, м ²	Норматив защищаемой площади пола, м ²	Нормы потребности в первичных средствах пожаротушения, ед.		Потребность в первичных средствах пожаротушения, ед.	
			огнетушителях	ящиках с песком	огнетушителях	ящиках с песком
1	2	3	4	5	6	7

По результатам расчетов необходимо сделать соответствующие выводы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова классификация пассивных мер пожарной профилактики (пожарной защиты) в организациях?
2. Какие виды пожарной защиты применяются внутри зданий и сооружений?
3. Какая существует классификация активных мер пожарной защиты в организациях?
4. Какова характеристика первичных средств пожаротушения и видов огнетушителей?
5. Какова характеристика и назначение порошковых и углекислотных огнетушителей?

Тема 4. Электробезопасность. Оценка опасности поражения человека электрическим током

Цель занятия – ознакомиться с правилами электробезопасности; изучить влияние электрического тока на организм человека и средства защиты, получить практические навыки оценки мер профилактики электротравматизма.

Краткие теоретические сведения

Степень поражения человека зависит от *рода* тока (переменный или постоянный). Переменный ток опаснее постоянного, но это характерно только для напряжений до 250–300 В. При больших напряжениях опаснее становится постоянный ток, так как по закону Ома, чем больше напряжение, тем больше сила тока.

По условиям электробезопасности все электрические установки, применяемые на производстве, подразделяются на электроустановки до 1000 В и свыше 1000 В. В *электроустановках переменного тока с напряжением свыше 1000 В* прикосновение человека к токоведущим частям весьма опасно, поэтому техническим путем делают токоведущие части недоступными для случайного прикосновения.

В *электроустановках переменного тока с напряжением до 1000 В* на практике используют трехфазные сети 2 типов: трехпроводные се-

ти с изолированной нейтралью (отсутствует нулевой защитный провод) и четырехпроводные сети с глухозаземленной нейтралью (3 провода токоведущие, 4-й провод – нулевой защитный).

В подобных сетях возможны 2 случая прикосновения к токоведущим частям: когда человек касается одновременно двух токоведущих проводов (*двухфазное прикосновение*) и когда он касается одного из трех токоведущих проводов (*однофазное прикосновение*).

Двухфазное прикосновение в сетях опасно как с изолированной, так и с заземленной нейтралью. Опасность поражения не уменьшится и в том случае, если человек будет надежно изолирован от земли. Двухфазное прикосновение опасно тем, что человек оказывается под наибольшим (линейным) напряжением. Величина силы тока при этом определяется по закону Ома формулой

$$I_{\div} = \frac{U_{\div}}{R_{\div}} = \sqrt{3} \frac{U_{\phi}}{R_{\div}}, \quad (4.1)$$

где I_{\div} – ток, проходящий через тело человека, А;

U_{\div} – линейное напряжение, В;

U_{ϕ} – фазное напряжение, В;

R_{\div} – сопротивление тела человека, Ом.

Согласно техническим нормативно-правовым актам по электробезопасности при расчетах учитываются следующие условия:

- предельные величины переменных токов, протекающих через тело человека: для ощутимого тока – 1,5 мА, для неотпускающего – 10 мА, для смертельно опасного – 100 мА;
- сопротивление тела человека (R_{\div}) – не более 1000 Ом;
- сопротивление нейтрали (заземления) – не более 4 Ом.

Сопротивление рогового слоя кожи человека находится в пределах от 500 до 100 000 Ом. В расчетной практике принято считать сопротивление тела человека (R_{\div}) равным 1000 Ом.

Пример 1. Пусть $U_{\div} = 380$ В, $R_{\div} = 1000$ Ом. Тогда сила тока, проходящего через тело человека, будет равна

$$I_{\div} = \frac{380 \text{ В}}{1000 \hat{\Omega}} \approx 0,38 \text{ А} = 380 \hat{\text{ мА}} .$$

Следовательно, этот ток является смертельно опасным, так как он больше 100 мА.

Однофазное прикосновение является более частым в практике электротравматизма. Оно менее опасно по сравнению с двухфазным

прикосновением, так как фазное напряжение меньше линейного ($U_\phi = 220 \text{ В}$, $U_\lambda = 380 \text{ В}$). Соответственно, будет меньше и ток, проходящий через тело человека (I_u).

В сетях с изолированной нейтралью в случаях прикосновения человека к голому проводу одной из фаз цепь тока замыкается через землю и далее через сопротивление изоляции трехпроводной сети относительно земли. Величина этого тока будет ограничиваться включенным параллельно сопротивлением изоляции токоведущих проводов (варианты фаз А и В, А и С, В и С) и сопротивлением перехода «ноги человека – земля».

Величина силы тока в этом случае будет рассчитываться по формуле

$$I_{\dot{}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\dot{}} + \frac{R_{\dot{\epsilon}\epsilon}}{3}}, \quad (4.2)$$

где $R_{\text{из}}$ – сопротивление изоляции токоведущих проводов, Ом.

Пример 2. Пусть $U_\phi = 220 \text{ В}$, $R_{\text{из}} = 15\,000 \text{ Ом}$. Тогда сила тока, проходящего через тело человека, равна

$$I_{\dot{}} = \frac{220}{\left(1000 + \frac{15\,000}{3}\right)} \approx 0,014 = 14 \text{ мА}.$$

Следовательно, этот ток является неотпускающим, так как он больше 10 мА.

При аварийном режиме, когда один из проводов сети А, В, С (например фазы В) замкнут на землю ($R_{\text{из}} = 0$), ток, протекающий через тело человека, прикоснувшегося к неповрежденному проводу, определяется линейным напряжением и сопротивлением тела человека,

т. е. по формуле (4.1).

В сетях с глухозаземленной нейтралью при однофазном прикосновении ток проходит через тело человека, землю и заземленную нейтраль (нулевой провод). Человек при этом попадает под фазное напряжение. Цепь тока, проходящего через тело человека, кроме сопротивления заземления нейтрали, включает еще сопротивление его обуви и сопротивление пола или основания, на котором он стоит (все эти сопротивления включены последовательно).

Величина силы тока в данном случае определяется по формуле

$$I_{\dot{z}} = \frac{U_{\delta}}{R_{\dot{z}} + R_{ia} + R_f + R_c}, \quad (4.3)$$

где $R_{\dot{z}}$ – сопротивление тела человека, Ом;

$R_{об}$ – сопротивление обуви, Ом;

R_n – сопротивление пола, Ом;

R_3 – сопротивление заземления нейтрали источника тока, Ом.

Если человек стоит босиком на земле или на проводящей поверхности ($R_{об} = 0$, $R_n = 0$), то сопротивление его тела принимается равным 1000 Ом.

Согласно техническому кодексу установившейся практики по электробезопасности, установленная величина сопротивления заземления нейтрали составляет не более 4 Ом.

Пример 3. Пусть $U_{\phi} = 220$ В, $R_{\dot{z}} = 1000$ Ом, $R_{об} \approx 100\,000$ Ом (сопротивление полиуретановой подошвы), $R_n \approx 100\,000$ Ом (сопротивление сухого деревянного пола), $R_3 = 4$ Ом. Тогда величина тока, прошедшего через тело человека, будет равна

$$I_{\dot{z}} = \frac{220\text{ В}}{(1\,000 + 100\,000 + 100\,000 + 4)\text{ Ом}} \approx 0,0011\text{ А} = 1,1\text{ мА}.$$

Следовательно, этот ток по величине является ощутимым, а значит человек ощутит только болевые симптомы его действия (пощипывание).

Мероприятия по предупреждению электротравматизма подразделяются на *технические* и *организационные*.

К техническим мероприятиям относятся использование малого напряжения (до 42 В), изоляция или недоступность токоведущих частей, применение двойной изоляции, защитное заземление, зануление, защитное автоматическое отключение, блокировочные устройства, использование кожухов и ограждений и др.

Организационные мероприятия изложены в технических нормативных правовых актах по электробезопасности. В них указывается порядок допуска к обслуживанию и контролю работы электроустановок, назначения лиц, ответственных за электрохозяйство, составления «нарядов-допусков» для работников перед проведением электромонтажных работ, ответственность должностных лиц и работников за нарушение правил электробезопасности и т. д.

Задание

Рассчитайте величину силы тока $I_{ч}$, проходящего через тело человека, по формулам (4.1)–(4.3).

Дайте оценку опасности прикосновения человека к токоведущим частям трехфазной электрической сети:

- к двум проводам одновременно;
- к одной из фаз сети с глухозаземленной нейтралью;
- к одной из фаз сети с изолированной нейтралью.

Сделайте письменный отчет о проделанной работе.

Укажите технические мероприятия для защиты человека от поражения электрическим током.

Значения параметров электрической цепи и величины сопротивления тела человека приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Варианты заданий и исходные данные для расчетов

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение параметра									
			Вариант									
			1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Напряже- ние: линейное	$U_{л}$	В	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
фазное	$U_{ф}$	В	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Сопро- тивление изоляции проводов	$R_{из}$	Ом	12 000	18 000	21 000	27 000	33 000	36 000	42 000	24 000	15 000	6 000
Сопро- тивление заземле- ния нейтрали	$R_{з}$	Ом	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Сопро- тивление обуви	$R_{об}$	Ом	3 000	10 000	0	7 000	4 000	0	5 000	2 000	10 000	0
Сопро- тивление пола	$R_{п}$	Ом	10 000	0	50 000	3 000	0	75 000	15 000	1 000	5 000	0

Методические указания по выполнению задания

Перед выполнением задания необходимо изучить краткие теоретические сведения. Рассчитать величины силы тока I_q , проходящего через тело человека, применяя формулы (4.1)–(4.3), приведенные в данном практикуме.

Письменный отчет о работе должен содержать:

- название и исходные данные по заданному варианту (см. таблицу 8);
- результаты расчета величин тока I_q и выводы по ним (ток смертельный, неотпускающий, ощутимый);
- мероприятия по предупреждению электротравматизма.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под электробезопасностью?
2. Какое действие оказывает ток на организм человека?
3. Какие существуют виды поражения человека электрическим током?
4. Какова классификация электрических травм и электрического удара?
5. Какие факторы влияют на тяжесть исхода поражения человека электрическим током?
6. Какие существуют технические способы и средства защиты работающих от поражения электрическим током?
7. Каковы методы освобождения потерпевшего от действия электрического тока?

Раздел II. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Тема 5. Физические основы радиоактивности

Цель занятия – изучить строение ядра, внутриядерные связи, методику расчета характеристик радиоактивного распада.

Краткие теоретические сведения

Атомные ядра (нуклиды) состоят из протонов и нейтронов (нуклонов). Символическая запись атомного ядра любого химического эле-

мента (X) имеет вид ${}^i_z X$, где Z – зарядовое число, M – массовое число. Зарядовое число – число протонов в ядре (совпадает с порядковым номером элемента (X) в периодической системе Д. И. Менделеева. Массовое число (M) равно $Z + N$, т. е. составляет суммарное число протонов (Z) и нейтронов (N) в ядре (приложение Л).

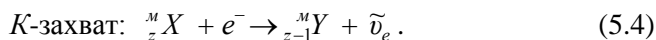
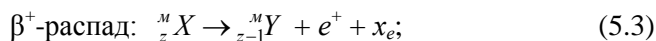
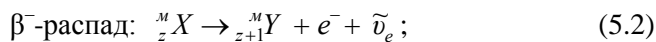
Ядра, которые имеют одинаковое число протонов, но различное число нейтронов, называют *изотопами*.

Основными видами радиоактивного распада атомных ядер (внутриядерные превращения) являются α -распад и β -распад (включает электронный β^- -распад, позитронный β^+ -распад и электронный K -захват).

При α -распаде материнское ядро ${}^i_z X$ испускает α -частицу, представляющую собой ядро атома гелия ${}^4_2\text{He}$, и превращается в дочернее ядро ${}^{i-4}_{z-2}Y$. Формула такого радиоактивного превращения имеет следующий вид:



При электронном β^- -распаде ядро испускает электрон e^- и антинейтрино $\tilde{\chi}_e$; при позитронном β^+ -распаде – позитрон e^+ и нейтрино χ_e . При электронном K -захвате ядро поглощает один из электронов ближайшей к нему электронной K -оболочки атома и испускает антинейтрино. Бета-распад происходит по следующим формулам:



При всех видах радиоактивного распада выделяется энергия, которая распределяется между дочерним ядром, испускаемыми частицами и γ -излучением. Эта энергия называется энергией связи ядра ($\Delta E_{св}$) и определяется следующим соотношением:

$$\Delta E_{\tilde{n}\hat{a}} = \tilde{n}^2 \cdot \Delta \hat{o}, \quad (5.5)$$

где c^2 – скорость света в вакууме ($2,997\,925 \cdot 10^8$ м/с $\approx 3 \cdot 10^8$ м/с);

Δm – дефект массы ядра.

Дефект массы ядра (Δm) рассчитывается как разность между массой частиц, составляющих ядро, и массой самого ядра по формуле

$$\Delta m = Z \cdot m_p + (M - Z) \cdot m_n - m_{\text{я}}, \quad (5.6)$$

где m_p – масса покоя протона ($1,672\,6 \cdot 10^{-27}$ кг);

m_n – масса покоя нейтрона ($1,674\,9 \cdot 10^{-27}$ кг);

$m_{\text{я}}$ – масса покоя ядра.

Радиоактивные превращения описываются законом радиоактивного распада по формуле

$$N(t) = N_0(t_0) \cdot e^{-\lambda t}, \quad (5.7)$$

где $N(t)$ – число радиоактивных ядер в источнике, не распавшихся к моменту времени t ;

N_0 – число радиоактивных ядер в источнике в начальный момент времени t_0 ;

e – функция экспонента ($e^{-x} = \exp(-x)$);

λ – постоянная распада.

Период полураспада ($T_{1/2}$) – время, в течение которого число ядер радионуклида в результате радиоактивного распада уменьшается в два раза. Период полураспада рассчитывается по формуле

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}, \quad (5.8)$$

где $\ln 2$ – логарифм натуральный двух.

Среднее время жизни радиоактивного ядра (τ) и постоянная распада (λ) связаны соотношением

$$\tau = \frac{1}{\lambda}. \quad (5.9)$$

Число радиоактивных атомов (N) и масса радионуклида (m) связаны следующим соотношением:

$$N = \frac{m \cdot N_A}{M}, \quad (5.10)$$

где N_A – постоянная Авогадро ($N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹);

M – массовое число изотопа (молярная масса).

Критериями источника ионизирующего излучения является его активность, период полураспада и энергия излучения (пункт 1 таблицы приложения М).

Активность источника (A) определяется числом распадов, происходящих в нем за единицу времени, по формуле

$$A = \lambda \cdot N. \quad (5.11)$$

Основной закон радиоактивного распада определяет, что активность радионуклида ($A(t)$), как и число радиоактивных атомов $N(t)$, уменьшается во времени по экспоненциальному закону следующим образом:

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}. \quad (5.12)$$

Единица активности *беккерель* (Бк) – активность такого количества радионуклида, в котором за 1 секунду происходит один распад: $1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-10} \text{ Ки}$ (кюри), $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Отношение активности источника (A) к площади его поверхности (S) называется *поверхностной активностью источника* (A_s), которая рассчитывается по формуле

$$A_s = \frac{A}{S} \text{ Бк/м}^2. \quad (5.13)$$

Удельная (массовая) активность ($A_{уд}$) – отношение активности радиоактивного источника к его массе, определяемое по формуле

$$A_{уд} = \frac{A}{m} \text{ Бк/кг}. \quad (5.14)$$

Объемная активность (A_v) – отношение активности источника к его объему (V), которое рассчитывается по формуле

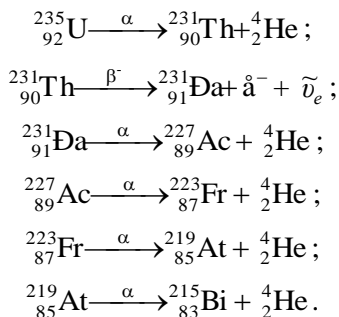
$$A_v = \frac{A}{V} \text{ Бк/м}^3. \quad (5.15)$$

Примеры решения задач

Пример 1. Требуется указать, в изотоп какого элемента превращается ${}^{235}_{92}\text{U}$ после α -распада, затем β^- -распада и последовательных четырех α -распадов, а также определить количество протонов и нейтро-

нов и энергию связи в получившемся изотопе, если масса ядра $m_{\alpha} = 215,121 \cdot 10^{-27}$ кг.

Решение. Для решения задачи используются формулы α -распада и β -распада (5.1)–(5.4):



В результате шести внутриядерных превращений образовался изотоп висмута (Bi). В изотопе ${}^{215}_{83}\text{Bi}$ протонов – 83, нейтронов – 132 ($215 - 83 = 132$).

Энергия связи определяется с помощью формул (5.5) и (5.6):

$$\begin{aligned} \Delta m &= 83 \cdot 1,6726 \cdot 10^{-27} + 132 \cdot 1,6749 \cdot 10^{-27} - 215,121 \cdot 10^{-27} = \\ &= 144,7916 \cdot 10^{-27} \text{ кг}; \\ \Delta E_{\text{св}} &= 144,7916 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 13 \cdot 10^{-9} \text{ Дж} = 13 \text{ нДж}. \end{aligned}$$

Пример 2. Активность препарата кобальта-60 составляет 10^9 Бк. Требуется рассчитать число радиоактивных атомов этого препарата через 5 лет, если период его полураспада составляет 5,27 года.

Решение. Определим постоянную распада кобальта-60 и его активность через 5 лет, используя формулы (5.1) и (5.8), получим следующие результаты:

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{0,693}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{5,27} = 0,132 \text{ лет}^{-1}; \\ A &= 10^9 \cdot e^{-0,132 \cdot 5} = 10^9 \cdot e^{-0,66} = 0,52 \cdot 10^9 \text{ Бк}. \end{aligned}$$

Переведем $T_{1/2}$ кобальта-60 из лет в секунды (единицы СИ). Исходя из полученной активности радионуклида с помощью формулы (5.7), рассчитаем число радиоактивных атомов:

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A \cdot T_{1/2}}{0,693} = \frac{0,52 \cdot 10^9 \cdot 5,27 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{0,693} = 1,24 \cdot 10^{17} \text{ атомов.}$$

Пример 3. Определить активность 10^{-3} г радия-226, если его период полураспада $T_{1/2} = 1\,600$ лет, а молярная масса $M = 226$ г/моль.

Решение. Используем формулу (5.10) для определения связи активности радионуклида с его массой.

Выразим число радиоактивных атомов N в формуле (5.11) и подставим в формулу (5.10) вместо левой части: $N = \frac{A}{\lambda}$.

Тогда получим следующую формулу:

$$\frac{A}{\lambda} = \frac{m \cdot N_A}{\dot{I}}. \quad (5.16)$$

Из формулы (5.8) выразим постоянную распада λ через период полураспада $T_{1/2}$ и подставим в формулу (5.16). В итоге активность радия-226 определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{m \cdot N_A \cdot 0,693}{\dot{I} \cdot T_{1/2}}.$$

Переведя $T_{1/2}$ из лет в секунды, рассчитаем величину A :

$$A = \frac{m \cdot N_A \cdot 0,693}{\dot{I} \cdot T_{1/2}} = \frac{0,001 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 0,693}{1600 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 226} = 3,66 \cdot 10^7 \text{ Бк.}$$

Задачи

Задача 1. Определите, сколько протонов и нейтронов содержат следующие изотопы: ${}^{88}_{38}\text{Sr}$; ${}^{89}_{38}\text{Sr}$; ${}^{90}_{38}\text{Sr}$; ${}^{133}_{55}\text{Cs}$; ${}^{134}_{55}\text{Cs}$; ${}^{137}_{55}\text{Cs}$; ${}^{235}_{92}\text{U}$; ${}^{238}_{92}\text{U}$.

Задача 2. Укажите, в изотоп какого элемента превращается ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ после последовательных α - и β^- -распада.

Задача 3. Определите, ядро какого элемента образуется после двух последовательных β^- -превращений ${}^{137}_{55}\text{Cs}$.

Задача 4. Укажите, в изотоп какого элемента превращается $^{222}_{86}\text{Rn}$, испытавший последовательно два α - и два β^- -распада.

Задача 5. Рассчитайте энергию связи следующих изотопов: $^{90}_{38}\text{Sr}$, $^{137}_{55}\text{Cs}$, $^{238}_{92}\text{U}$, $^{239}_{94}\text{Pu}$. Масса ядер изотопов: $m_{\text{я}(\text{Sr})} = 88,856 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_{\text{я}(\text{Cs})} = 134,692 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_{\text{я}(\text{U})} = 235,285 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_{\text{я}(\text{Pu})} = 236,473 \cdot 10^{-27}$ кг.

Задача 6. Определите, какое количество атомов йода-131 распадается за сутки из 2 млн атомов, если период его полураспада составляет 8,04 суток.

Задача 7. Найдите число распадов за 2 года в 5 г стронция-90, если период его полураспада составляет 29,1 года.

Задача 8. Найдите массу цезия-137, активность которого равна 3 Ки, а период полураспада составляет 30 лет.

Задача 9. Определите, через какое количество времени распадается 75% первоначального количества атомов плутония-239, если период его полураспада составляет 24 390 лет.

Задача 10. Рассчитайте, среднее время жизни радиоактивного ядра t или период его полураспада $T_{1/2}$.

Задача 11. Определите период полураспада радиоактивного вещества, если его активность уменьшается в 3 раза за 8 суток.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково определение понятия «изотоп»? Приведите примеры стабильных и радиоактивных изотопов.
2. Какие бывают виды внутриядерных превращений?
4. Какова характеристика альфа-распада?
5. Какова характеристика бета-распада?
6. Что понимается под периодом полураспада?
7. Что понимается под активностью радионуклида?
8. Каковы виды активности и единицы их измерения?

Тема 6. Биологические эффекты воздействия ионизирующего излучения

Цель занятия – изучить виды ионизирующих излучений и их источники, виды доз ионизирующего излучения, их отличительные особенности, порядок определения; приобрести навыки расчетов доз и мощностей доз различных видов ионизирующих излучений.

Краткие теоретические сведения

Ионизирующими называют излучения, которые способны прямо или косвенно ионизировать среду, т. е. создавать в ней заряженные частицы – *ионы*. Такими свойствами обладают альфа- и бета-частицы, потоки нейтронов и протонов, а также гамма и рентгеновские электромагнитные излучения (фотонные излучения).

Альфа-частицы обладают большой ионизирующей способностью и незначительной проникающей. Они не могут проникать ни через одежду человека, ни через кожный эпителий. Находясь вне организма (внешнее облучение), они не представляют серьезной опасности для людей. Однако при попадании альфа-активного источника внутрь организма, например, радона, радия урана, плутония и т. п., с воздухом или пищей (внутреннее облучение), альфа-частицы становятся наиболее опасными для человека.

Бета-частицы обладают ионизирующей способностью в сто раз меньше, чем альфа-частицы, и небольшой проникающей способностью, величина которой зависит от энергии излучения. Задерживаются бета-частицы одеждой, а при попадании на открытые участки тела человека они могут вызывать его пигментацию, ожоги. Опасность для человека представляют источники бета-излучения при внутреннем и внешнем облучении.

Гамма-излучения обладают высокой проникающей способностью через вещество. Высокая проникающая способность гамма-излучения делает его одинаково опасным как при внешнем, так и при внутреннем облучении. Критерии ионизирующих излучений приведены в пункте 2 таблицы приложения Л.

Естественными источниками ионизирующих излучений являются космические лучи и радионуклиды земного происхождения. Распад урана и тория сопровождается образованием радиоактивного газа радона, который из горных пород постоянно поступает в атмосферу и гидросферу, присутствует в небольших концентрациях повсеместно.

Именно радон со своими дочерними продуктами радиоактивного распада формирует примерно $\frac{3}{4}$ энергии, передаваемой ионизирующими излучениями за год человеку.

Все перечисленные выше источники ионизирующих излучений формируют естественный радиационный фон.

Искусственными источниками ионизирующих излучений, вносящими наибольший вклад в формирование фонового ионизирующего излучения, являются радиоактивные осадки от ядерных взрывов, выбросы атомных электростанций, предприятия по переработке и обогащению ядерного топлива, сжиганию тепла и др. Определенному облучению люди подвергаются также при медицинских процедурах, изотопной и рентгеновской диагностике и радиационной терапии и др.

Количественно характеристикой воздействия ионизирующего излучения на облучаемый объект является *доза*. Ее размеры зависят от четырех факторов: энергии излучения, продолжительности действия излучения, расстояния от источника излучения до объекта, защитных мероприятий.

Поглощенная доза (D) – это энергия ионизирующего излучения (E), поглощенная единицей массы (m) облучаемого вещества:

$$D = \frac{E}{m}. \quad (6.1)$$

Поглощенная доза измеряется в грейх (Гр). *Грей* – поглощенная доза излучения, при которой в 1 кг облучаемого вещества поглощается энергия 1 Дж (1 Гр = 1 Дж/кг). Внесистемной единицей поглощенной дозы является *рад* (1 Гр = 100 рад).

Эквивалентная доза (H) – это количественная мера опасности ионизирующих излучений для живых организмов, учитывающая вид излучения от которого она получена.

Эквивалентная доза определяется по формуле

$$H = W_R \cdot D, \quad (6.2)$$

где W_R – взвешивающий коэффициент, характеризующий тип излучения (для γ -излучения и электронов любых энергий, т. е. для β -излучения, этот коэффициент равен 1, для α -частиц (тяжелых ядер) – 20, для нейтронов – 10, для протонов – 5).

Единица измерения эквивалентной дозы в СИ – *зиверт (Зв)*.

Внесистемная единица эквивалентной дозы – *бэр* (биологический эквивалент рада): 1 бэр = 0,01 Зв, 1 Зв = 100 бэр.

После того как радиоактивное вещество попало в организм, для анализа последствий его воздействия следует учитывать эффективный период полувыведения ($T_{эф}$), который зависит от периода полураспада и биологического периода полувыведения, а также от органа или ткани, накапливающих радионуклиды. Вследствие радиоактивного и минерального обмена происходит уменьшение концентрации радионуклидов в организме при однократном поступлении и накопление при хроническом поступлении:

$$\dot{O}_{\dot{y}\phi} = \frac{T_{1/2} \cdot T_{\dot{a}}}{T_{1/2} + T_{\dot{a}}}, \quad (6.3)$$

где $T_{1/2}$ – период полураспада радионуклида;

$T_{\dot{a}}$ – период биологического полувыведения радионуклида из организма в процессе минерального обмена.

Эквивалентная доза внутреннего облучения критического органа взрослого условного человека при равновесном содержании радионуклидов одного вида рассчитывается по формуле

$$H = \frac{A_0 \cdot E_{\dot{y}\phi} \cdot t}{m}, \quad (6.4)$$

где H – эквивалентная доза, Зв;

A_0 – равновесная активность радиоактивного вещества в критическом органе, Бк;

$E_{эф}$ – эффективная энергия, Дж/распад (энергия, передаваемая облучаемому органу в каждом акте распада радионуклида);

t – время облучения, с;

m – масса критического органа, кг.

Задание

После аварии на Чернобыльской АЭС в населенном пункте площадью S поверхностная активность по цезию-137 на май 1986 г. составила A_{so} .

Исходные данные для выполнения задания выберите из таблицы 9 в соответствии с предложенным преподавателем вариантом.

Таблица 9 – Исходные данные для выполнения практического задания

Вариант	$S, \text{ км}^2$	$A_{so}, \text{ Ки/км}^2$	$A_o \cdot 10^4 \text{ Бк}$
1-й	5	1	0,5
2-й	10	5	2,2
3-й	15	10	4,0
4-й	20	15	6,0
5-й	25	20	7,5
6-й	30	25	8,0
7-й	35	30	8,2
8-й	40	35	8,6
9-й	45	40	10
10-й	50	1	0,5
11-й	5	5	2,2
12-й	10	10	4,0
13-й	15	15	6,0
14-й	20	20	7,5
15-й	25	25	8,0
16-й	30	30	8,2
17-й	35	35	8,6
18-й	40	40	10
19-й	45	1	0,5
20-й	50	5	2,2
Примечание – A_{so} – поверхностная активность цезия-137 (на время аварии); A_0 – равновесная активность цезия-137 в организме человека.			

Изучив методические рекомендации по выполнению задания, необходимо определить следующее:

- поверхностную активность почвы (A_s) на год выполнения самостоятельной работы;
- массу радионуклида, дающую поверхностную активность почвы;
- время, необходимое для спада поверхностной активности до безопасного уровня;
- ожидаемую годовую эквивалентную дозу за счет внешнего облучения;
- мощность эквивалентной дозы;
- ожидаемую годовую эквивалентную дозу за счет внутреннего облучения;
- индивидуальную суммарную дозу, полученную жителем в течение года за счет внутреннего и внешнего облучения.

Сделайте выводы о состоянии радиационной обстановки на данной территории и изложите свои предложения по повышению безопасности проживания.

Методические указания по выполнению задания

Для выполнения задания рекомендуется изучить теоретический материал по теме, при расчетах использовать следующие параметры радиоактивного цезия-137:

- период полураспада $T_{1/2} = 30,17$ лет;
- период самоочищения поверхностного слоя почвы $T_{\text{с}} = 17,325$ лет;
- эффективная энергия, выделяемая при одном акте распада ядра радионуклида $E_{\text{эф}} = 0,94 \cdot 10^{-13}$ Дж/распад.

Необходимо определить следующие показатели:

1. Поверхностную активность почвы (A_s) на год выполнения самостоятельной работы, исчисляемую по формуле

$$A_s = A_{so} \cdot e^{-0,693t : T_{1/2}}, \quad (6.5)$$

где A_{so} – начальная поверхностная активность, Бк/м² (1 Ки/км² = $3,7 \times 10^4$ Бк/м²);

e^{-x} – экспонента, показывающая процесс уменьшения количества атомов радионуклида к моменту времени;

t – время в годах, прошедшее после катастрофы на Чернобыльской АЭС (на год выполнения самостоятельной работы).

2. Эффективный период полувыведения ($T_{\text{эф}}$), рассчитываемый по формуле (6.3).

3. Массу радионуклида, выпавшего на площади с поверхностной активностью (m), которая определяется по формуле

$$m = \frac{1,44 \cdot M \cdot T_{1/2} \cdot A_s \cdot S}{N_a}, \quad (6.6)$$

где M – атомная масса цезия, кг/моль;

$T_{1/2}$ – период полураспада, с;

A_s – поверхностная активность, Бк/км² (1 Ки/км² = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк/км²);

S – площадь населенного пункта, км²;

N_a – число Авогадро ($N_a = 6,022 \cdot 10^{23}$ /моль).

4. Время, необходимое для спада поверхностной активности с A_{so} до безопасной, равной $0,2 \text{ Ки/км}^2$ (t), исчисляемое по следующей формуле:

$$t = T_{1/2} \cdot 1,44 \cdot \ln\left(\frac{A_{so}}{0,2}\right), \quad (6.7)$$

где A_{so} – поверхностная активность, Ки/км^2 ;

\ln – натуральный логарифм от $\frac{A_{so}}{0,2}$.

5. Мощность эквивалентной дозы от гамма-излучения на местности, которая рассчитывается по формуле

$$\dot{I} = \hat{A}_{sy} \cdot A_s, \quad (6.8)$$

где \dot{I} – мощность эквивалентной дозы, Зв/с ;

B_{sy} – дозовый (переводной) коэффициент, который равен $2,91 \cdot 10^{-16} \text{ Зв} \cdot \text{м}^2/(\text{с} \cdot \text{Бк})$;

A_s – поверхностная активность, Бк/м^2 .

6. Ожидаемую годовую дозу, полученную жителем за счет внешнего облучения (H_1), определяемую по формуле

$$H_1 = \dot{H} \cdot t, \quad (6.9)$$

где t – время облучения организма человека, с.

7. Ожидаемую годовую индивидуальную эквивалентную дозу (H_2), полученную жителем за счет внутреннего облучения, которая исчисляется по формуле

$$H_2 = \frac{A_o \cdot E_{\gamma\delta} \cdot t}{m}, \quad (6.10)$$

где A_o – равновесная активность, Бк (согласно варианту в таблице 9);

$E_{\gamma\delta}$ – эффективная энергия, Дж/распад ;

m – масса человека 70 кг .

Из последней формулы видно, что снизить эквивалентную дозу H_2 внутреннего облучения возможно за счет уменьшения поступления

радионуклидов и сокращения продолжительности нахождения их в организме человека. Достигнуть этого возможно за счет употребления нормативно чистых продуктов питания и воды, соблюдения специальных технологий приготовления пищи, личной и общественной гигиены, радиационного контроля продуктов питания и др. Сократить продолжительность нахождения радионуклидов в организме можно применением медицинских препаратов, способствующих ускоренному их выведению из организма, употреблением пищи, богатой клетчаткой, белками и витаминами (приложения М–П).

Снижению эквивалентной дозы способствуют и проведение мероприятий по обеспечению радиационной безопасности инженерно-технического, организационного, медицинского, воспитательного и образовательного характера, в основу которых заложены принципы радиационной безопасности и требования нормативных правовых актов Республики Беларусь.

8. Суммарную годовую дозу облучения ($H_{\text{сум}}$), полученную жителем за счет внешнего и внутреннего облучения, рассчитываемую по формуле

$$H_{\text{сум}} = H_1 + H_2. \quad (6.11)$$

После выполнения расчетов, необходимо сделать выводы о радиационной обстановке и выработать рекомендации по повышению безопасности проживания населения на данной территории. Дозовый предел не должен превышать $1 \cdot 10^{-3}$ Зв в год.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой величиной характеризуется уровень поражения человека ионизирующими излучениями?
2. Что принято понимать под поглощенной дозой? Каковы ее единицы измерения и порядок расчета?
3. Каково определение эквивалентной дозы, единицы ее измерения и порядок расчета?
4. Каково определение эффективной дозы, единицы ее измерения и порядок расчета?
5. Что такое критические органы, период биологического полувыведения и эффективный период полувыведения?

Раздел III. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Тема 7. Изменение климата Земли. Природные и антропогенные источники загрязнения атмосферного воздуха

Цель занятия – изучить техногенные источники загрязнения атмосферного воздуха; освоить методику расчета массы выбросов вредных веществ в воздух города, поступающих от автотранспорта, и вредного воздействия различных химических веществ на организм человека на основе эффекта суммации.

Краткие теоретические сведения

В настоящее время экологические проблемы современности условно разделяются на локальные, региональные и глобальные.

К основным **глобальным экологическим проблемам** современности относятся изменение климата Земли, парниковый эффект; разрушение озонового слоя, возникновение «озоновых дыр»; химическое загрязнение атмосферы, кислотные осадки; загрязнение Мирового океана; радиоактивное загрязнение; уменьшение площадей тропических и северных лесов; накопление на поверхности Земли бытового мусора, твердых и жидких отходов, образуемых в процессе человеческой деятельности; уменьшение биологического разнообразия флоры и фауны; истощение многих месторождений полезных ископаемых.

Антропогенные факторы – это результат воздействия человека на окружающую среду. В связи с этим воздействие может быть косвенным и прямым. Косвенное воздействие осуществляется путем изменения ландшафтов, климата, химического состава атмосферы, водоемов, почв, растительности и животного мира. Прямое воздействие направлено непосредственно на живые организмы. Например, нерациональное рыболовство и охота резко сократили численность ряда видов рыб и диких животных.

Интенсивная добыча воды приводит к понижению уровня подземных вод. Самое позитивное экологическое событие – отказ от переброски части стока вод северных и восточных рек на юг.

Атомная энергетика таит потенциальные опасности. Наиболее опасным загрязнением атмосферы является **радиоактивное заражение**. Каждый реактор ежегодно производит тонны радиоактивных отходов, некоторые из них остаются опасными в течение более чем

500 тыс. лет. Проблема захоронения радиоактивных отходов во всем мире до сих пор не решена.

В Республике Беларусь основными источниками загрязнения воздушного бассейна являются предприятия теплоэнергетики, химической и нефтехимической отраслей промышленности, автотранспорт. В дни, когда циркуляция воздуха ограничена, наблюдается *смог* – видимое загрязнение атмосферы над жилыми или промышленными кварталами. Образуется он в результате накопления дыма котельных, промышленных предприятий и выхлопных газов.

Парниковый эффект и изменение климата на Земле. При нынешних темпах использования угля и нефти в ближайшие 50 лет прогнозируется повышение среднегодовой температуры на планете в пределах от 1,5–5°C. Ученые связывают это с накоплением парниковых газов. *Парниковые газы – диоксид углерода, метан, оксид азота, водяной пар и хлорфторуглероды (ХФУ).* Углекислый газ создает 50% парникового эффекта, на долю ХФУ приходится 20% и на долю метана – 18%. За последние 200 лет в результате антропогенной деятельности содержание оксида углерода в атмосфере увеличилось на 25%. Связано это с интенсивным сжиганием топлива (газа, нефти, угля) и ежегодным уменьшением площадей лесов на планете. Содержание метана в атмосфере ежегодно увеличивается на 1%. Наиболее значимые поставщики метана – свалки, крупный рогатый скот, рисовая солома. Атмосфера, насыщенная парниковыми газами, действует как крыша теплицы. Она пропускает внутрь большую часть солнечного излучения и почти не пропускает наружу тепло. Парниковые газы препятствуют тепловому излучению с поверхности Земли. Повышение температуры в результате парникового эффекта грозит экологическим, экономическим и социальным взрывом.

Нарушение озонового слоя. Молекулы озона защищают все живое на Земле от ультрафиолетового излучения. Наибольшая концентрация молекул озона наблюдается в стратосфере на высоте 20–25 км над уровнем моря. Одним из источников разрушения озонового экрана Земли являются оксиды азота, которые выделяются при запусках космических аппаратов и полетах реактивных самолетов. Явление резкого сокращения озона в стратосфере получило название «озоновой дыры». На структуру и свойства озонового слоя влияют хлорфторорганические соединения – фреоны. В стратосфере на них воздействует солнечное излучение, и в результате реакции выделяется хлор. Хлор разрушает озон. Одна молекула хлора может разрушить тысячи молекул озона, прежде чем сама будет нейтрализована. Это свойство

ХФУ и выделяемого ими хлора делает фреоны очень опасными для озонового слоя стратосферы. ХФУ используются в холодильниках, кондиционерах воздуха и тепловых насосах.

Кислотные осадки. В результате сжигания топлива в атмосферу поступают соединения азота, серы, хлора. Соединяясь с частицами воды, оксиды серы и азота образуют серную и азотную кислоты. Кислотность среды определяется водородным показателем. Нейтральные растворы имеют рН меньше 7, кислая среда – меньше 7, а щелочная – больше 7. Атмосферные осадки, рН которых меньше, чем среднее значение рН дождевой воды (5,6), получили название *кислотных дождей*. Загрязняющие вещества могут выпадать в виде дождя, снега, тумана, и для такого типа загрязнителей лучше подходит выражение «кислотные осадки». Кислотный дождь оказывает отрицательное воздействие на флору и фауну, увеличивает кислотность почв.

В атмосфере чаще всего присутствует не одно, а несколько вредных веществ (химических соединений), которые вступают в реакцию друг с другом и образуют новое, иногда еще более вредное вещество. Это явление ученые называли *эффектом суммации* – одновременное сходное воздействие на организм человека нескольких вредных веществ, суммарная концентрация которых в воздухе может превышать допустимую, установленную для каждого вещества в отдельности. В настоящее время установлены группы от двух до пяти химических соединений, обладающих эффектом суммации между собой: диоксид азота и формальдегид; диоксид серы и фенол; аммиак, диоксид азота и диоксид серы; ацетон, фенол и фурфурол; аммиак, сероводород и формальдегид; диоксид азота, гексан, оксид углерода и формальдегид и др.

Задание

Рассчитайте эффект суммации трех химических веществ, используя формулу (7.1) и данные таблицы 10. Сделайте выводы о состоянии воздушного бассейна в населенном пункте (промышленном городе). Напишите мероприятия по снижению вредных выбросов и оздоровлению воздуха в городе.

Таблица 10 – Учет эффекта суммации вредных веществ в атмосферном воздухе

Химическое вещество	ПДК суточ- ная, мг/м ³	Фактиче- ская кон- центрация С, мг/м ³	Вещества, обладающие эффектом суммации									
			Вариант									
			1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Аммиак	0,04	0,01	+	+	+							
Ацетон	0,35	0,25				+	+					
Гексан	60	50						+	+			
Диоксид азота	0,04	0,03			+			+	+	+		
Диоксид серы	0,05	0,02		+	+					+		+
Озон	0,03	0,025									+	
Оксид азота	0,06	0,02		+						+	+	
Оксид углерода	3	1,5						+	+			+
Сероводород	0,008	0,002	+									
Фенол	0,0030	0,0015				+						+
Формальдегид	0,003	0,001	+				+				+	
Фурфурол	0,05	0,02				+	+					

Методические указания по выполнению задания

При совместном присутствии в воздухе нескольких химических веществ со своими значениями $ПДК_i$ (предельно допустимой концентрации) и с фактической концентрацией C_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), их суммарная концентрация не должна превышать единицу, т. е. удовлетворять следующему условию:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} < 1. \quad (7.1)$$

Сначала необходимо выбрать согласно заданному варианту, приведенному в таблице 10, по вертикали химические вещества, обладающие эффектом суммации (графа 1), значения их ПДК (графа 2) и фактической концентрации C_i (графа 3).

Затем следует рассчитать эффект суммации по формуле (7.1) и сделать соответствующие выводы о состоянии воздушного бассейна.

Пример. Рассчитать эффект суммации для трех химических веществ, присутствующих в воздухе промышленного города: оксида углерода $\left(\frac{C_1}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{IAE}}_1}\right)$, диоксида азота $\left(\frac{C_2}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{IAE}}_2}\right)$ и фенола $\left(\frac{C_3}{\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{IAE}}_3}\right)$.

Решение. По таблице 10 выбираем из граф 2 и 3 предельно допустимые и фактические концентрации заданных веществ и подставляем их соответственно в формулу (7.1):

$$\frac{1,5}{3} + \frac{0,03}{0,04} + \frac{0,0015}{0,003} = 0,5 + 0,75 + 0,5 = 1,75 > 1.$$

Вывод. Воздух в населенном пункте загрязнен до концентрации, представляющей угрозу для здоровья людей. Администрации города и экологическим службам предприятий необходимо принять меры по контролю выбросов промышленных предприятий (особенно за выбросом диоксида азота).

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под «парниковым эффектом»?
2. Каковы основные причины уменьшения общего количества молекул озона в стратосфере?
3. Какие существуют природные и антропогенные источники загрязнения атмосферы?
4. Каковы основные химические элементы и соединения, загрязняющие атмосферный воздух и их роль в развитии заболеваний человека?
5. Что понимается под эффектом суммации?
6. Какие химические вещества обладают эффектом суммации?
7. Каковы пути решения проблемы экологического неблагополучия атмосферы в мире и в Республике Беларусь?

Раздел IV. ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Тема 8. Энергосберегающие технологии в быту. Эффективные способы энергосбережения в быту

Цель занятия – изучить структуру потребляемой энергии в быту; освоить методику расчета обобщенных затрат на энергоресурсы собственной квартиры или дома на календарный год.

Краткие теоретические сведения

Электроэнергетика является важнейшей отраслью любой страны, поскольку ее продукция (электроэнергия) относится к универсальному виду энергии. На долю электроэнергетики в Республике Беларусь, приходится примерно 15,8% валовой продукции промышленности страны, поэтому энергосбережение – важная государственная задача по сохранению природных ресурсов.

Энергосбережение (экономия энергии) – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов.

Основа энергосбережения – рациональное использование энергоресурсов и сокращение их потерь. Во всех экономически развитых странах применяется энергосберегающая политика. *Энергосберегающая политика* – правовое, организационное и финансово-экономическое регулирование деятельности в области энергосбережения. Для обеспечения энергосберегающей политики в республике создана правовая база.

Структура потребляемой в быту энергии. Характеристика потерь тепловой энергии в доме с центральным отоплением и водоснабжением: наружные стены – 35–45%; окна – 20–30; вентиляция – 15; горячая вода – 10; крыша, пол – 5; трубопроводы (водопровод, канализация), арматура – 2%.

Основным источником энергии в современном мире является ископаемое топливо (уголь, нефть, газ, горючие сланцы).

Основные меры экономии тепловой энергии в быту – теплоизоляция стен, утепление потолка, крыши, пола, устранение потерь тепла через окна, входную дверь и др.

В строительной практике применяются разнообразные теплоизоляционные материалы, из которых к основным относятся легкие бетоны (керамзитобетон, перлитобетон, шлакобетон, газобетон, пенобетон и др.); «теплые» растворы (цементно-перлитовый, гипсо-перлитовый, поризованный и др.); изделия из дерева и органических материалов (плиты древесностружечные, фибролитовые, камышитовые и др.; минераловатные и стекловолоконные материалы (минераловатные маты, минераловатные плиты, минераловатные плиты мягкие, полужесткие, жесткие и повышенной жесткости на различных связующих компонентах, плиты из стекловолокна и др.); полимерные материалы (пенополистирол, пенопласт, пенополиуретан, перлит-

пластбетон и др.); пеностекло и газостекло и другие композиционные материалы и изделия из них.

Энергосберегающие окна широко применяются в строительной индустрии для эффективного энергосбережения и звукоизоляции стеклопакеты из пластика, дерева и композиционных материалов. Сопротивление теплопередаче (теплопроводности) через применяемые окна в Республике Беларусь нормируются и определены показателем $R_0 > 0,6$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$). Энергосберегающие окна снижают потери тепла из квартир и домов в 2 и более раз.

Энергосбережение в быту начинается с квартиры или собственного дома. При пользовании электроплитой отключать электроплиту целесообразно до закипания чайника: за счет тепловой инерции чайник все равно закипит, а это сэкономит до 20% энергии. Пользование электрочайником предпочтительнее (КПД 90%), чем конфорками электрической плиты (КПД 50–60%).

Если в квартире установлена газовая плита, то для экономии газа необходимо, чтобы диаметр используемой для приготовления пищи посуды был не менее диаметра пламени газовой конфорки.

При пользовании холодильником 30–40% потребляемой в доме электроэнергии приходится на холодильник. Он потребляет электроэнергии не меньше, чем электрическая плита. Компрессорные холодильники (хладагент фреон) в 3–4 раза экономнее абсорбционных (хладагент аммиак). Морозильные камеры, используемые для глубокой заморозки продуктов, потребляют электроэнергии в 2 раза больше, чем обычные холодильники. В холодильник помещается пища, охлажденная до комнатной температуры и в закрытой посуде. Регулярное размораживание дает 3–5% экономии. Нельзя устанавливать холодильник в нишу, это ухудшает условия охлаждения эвеевика конденсатора, потребление энергии увеличивается на 20%.

При пользовании телевизором, радиоприемником, швейной и стиральной машинами, пылесосом, утюгом и другими бытовыми приборами за счет их рационального использования можно получить существенную экономию электроэнергии. Например, нельзя допускать холостой работы бытовых приборов (в телевизорах – режим ожидания), необходимо отключить их. При пользовании электрическим утюгом с регулятором температуры расход энергии сокращается на 10–15%. Для эффективной работы пылесоса большое значение имеет своевременная очистка пылесборника или внутреннего поролонового фильтра от мелкой пыли. Это дает экономию электроэнергии до 20%.

Энергоемкость продукции (работ, услуг) исчисляется в килограммах условного топлива на единицу выпущенной продукции (или на

1 долл. США по паритету покупательной способности населения). *Условное топливо* представляет собой единицу учета органического топлива, применяемую для сопоставления эффективности различных видов топлива и суммарного их учета.

В качестве единицы условного топлива применяется 1 кг топлива с теплотой сгорания 7 000 ккал/ч (29,3 МДж/кг), что соответствует хорошему малозольному сухому углю. Соотношение между условным топливом и натуральным выражается формулой

$$\hat{A}_o = \frac{Q_v^n \cdot \hat{A}_t}{7\,000}, \quad (8.1)$$

где B_m – масса эквивалентного количества условного топлива, кг;

Q_v^n – низшая теплота сгорания данного натурального топлива, МДж/кг или МДж/м³;

B_n – масса натурального топлива, кг (твердое и жидкое топливо) или м³ (газообразное топливо).

Задание

Определите обобщенные затраты на календарный год для квартиры или дома в натуральных и условных единицах, исходя из следующих условий:

- квартира (дом) с центральным отоплением, водо- и газоснабжением, оборудована газовым счетчиком и счетчиками расхода воды;
- семья имеет автомобиль.

Методические указания по выполнению задания

Обобщенные энергетические затраты определяются по формуле

$$ОЭЗ = B + K_s \cdot \mathcal{E} + K_q \cdot Q, \quad (8.2)$$

где B – количество потребленного топлива, поступившего со стороны, т (кг) условного топлива (в данном случае $B = B_{mg} + B_{m\mu}$);

K_s – топливный эквивалент, выражающий количество условного топлива, необходимого для производства и передачи к месту потребления единицы электрической энергии (условно принимается 0,28);

K_q – топливный эквивалент, выражающий количество условного топлива, необходимого для производства и передачи к месту по-

ребления единицы тепловой энергии (условно принимается 0,175);

\mathcal{E} и Q – количество электрической и тепловой энергии, израсходованной за 1 год.

Для начала необходимо определить количество топлива B , поступающего со стороны. По условию задания B состоит из суммы требуемого количества газа для приготовления пищи (B_{mc}) и требуемого количества моторного топлива – бензина или дизельного топлива (B_{mm}).

Количество потребленного газа определяется по счетчику. Тогда требуемое количество газа определяется по формуле

Топливо, поступающее со стороны, – это газ и моторное топливо (бензин, дизельное топливо), а также централизованное теплоснабжение и электроэнергия.

Количество газа определяется по счетчику. Если он не установлен, то определяется по республиканским нормам из расчета 8 м^3 природного газа на одного человека в месяц. Тогда требуемое количество газа определяется по формуле

$$B_{mc} = N \cdot n \cdot t \cdot K_{\kappa}, \quad (8.3)$$

где B_{mc} – требуемое количества газа в условных единицах для приготовления пищи, т (кг) условного топлива;

N – расход газа для приготовления пищи на 1 человека в месяц (принимается средний расход газа на 1 человека по счетчику – 5 м^3);

n – количество членов семьи;

t – количество месяцев в году;

K_{κ} – калорийный коэффициент для газа (принят 1,15).

Требуемое количество моторного топлива за 1 год определяется по формуле

$$B_{\delta i} = \frac{L \cdot N_i \cdot V_{\delta} \cdot K_{\delta}}{100}, \quad (8.4)$$

где L – пробег автомобиля в год, км;

N_m – норма расхода моторного топлива на 100 км пробега, л;

V_{δ} – объемная масса бензина (0,72–0,74; в расчетах условно принимаем 0,73);

K_{δ} – калорийный коэффициент для бензина (принят 1,49).

Затем определяется количество фактически потребленной электроэнергии за год (определяется по электросчетчику, планируемая потребность электроэнергии на год берется из таблицы 11) по формуле

$$B_9 = K_9 \cdot \Delta. \quad (8.5)$$

Далее следует определить затраты на отопление и на горячее водоснабжение на 1 год по формуле

$$B_q = K_q \cdot Q = K_q \cdot (Q_{\kappa\phi} + Q_6). \quad (8.6)$$

Требуемое количество тепла ($Q_{\kappa\phi}$) в гигакалориях (Гкал) на отопление квартиры определяется по формуле

$$Q_{\kappa\phi} = N_{\kappa\phi} \cdot S \cdot m, \quad (8.7)$$

где $N_{\kappa\phi}$ – средний расход тепла на отопление (условно принимаем 0,017 Гкал на 1 м²);

S – общая площадь квартиры, м²;

m – продолжительность отопительного сезона (условно принимаем 6 месяцев).

Требуемое количество тепла на подогрев воды (Q_6) определяется по формуле

$$Q_6 = N_6 \cdot g \cdot n \cdot m, \quad (8.8)$$

где N_6 – средний расход тепла на подогрев воды (условно принимаем 0,1 Гкал на 1 м³);

g – фактическое количество горячей воды, использованной 1 членом семьи в месяц, м³ (данные берутся из таблицы 11);

n – количество членов семьи;

m – количество месяцев в году – 12.

Полученные результаты необходимо подставить в формулу (8.2).

После выполнения расчетов согласно заданному варианту, сделайте выводы, анализируя обобщенные энергетические затраты. Напишите предложения по экономии энергоресурсов в семье.

Таблица 11 – Варианты заданий и исходные данные для расчетов

Вариант	Состав семьи, чел.	Общая площадь квартиры, м ²	Потребность электроэнергии на год, кВт · ч	Пробег автомобиля за год, км	Норма расхода бензина на 100 км пробега, л	Расход горячей воды на 1 чел. в месяц, м ³
1-й	4	60	1 800	8 000	7	2

2-й	3	40	1700	10 000	8	3
-----	---	----	------	--------	---	---

Окончание таблицы 11

Вариант	Состав семьи, чел.	Общая площадь квартиры, м ²	Потребность электроэнергии на год, кВт · ч	Пробег автомобиля за год, км	Норма расхода бензина на 100 км пробега, л	Расход горячей воды на 1 чел. в месяц, м ³
3-й	5	70	2 200	9 000	11	4
4-й	4	70	2 100	8 000	7	2
5-й	4	70	2 000	11 000	11	3
6-й	4	70	1 900	12 000	12	4
7-й	4	65	2 200	13 000	7	2
8-й	3	45	1 800	8 000	12	3
9-й	3	50	1 500	9 000	10	4
10-й	3	55	1 500	10 000	7	2
11-й	3	40	1 500	8 000	7	3
12-й	3	50	1 500	15 000	7	4
13-й	4	45	1 700	17 000	8	2
14-й	5	70	2 500	6 000	7	3
15-й	3	50	1 500	7 000	5	4
16-й	4	80	1 800	11 000	6	2
17-й	4	75	2 500	8 000	7	3
18-й	4	80	1 900	15 000	8	4
19-й	4	60	2 000	18 000	7	2
20-й	3	45	1 500	20 000	10	3
21-й	3	40	1 500	9 000	8	4
22-й	4	80	2 600	13 000	15	2
23-й	4	70	2 600	10 000	11	3
24-й	4	70	2 500	15 000	8	4
25-й	3	50	1 800	10 000	7	2
26-й	2	30	1 500	8 000	8	3
27-й	4	60	1 800	15 000	10	4
28-й	5	70	2 600	9 000	9	2
29-й	4	55	2 000	16 000	12	3
30-й	5	100	2 600	20 000	11	4
31-й	4	90	2 500	18 000	8	2
32-й	5	80	2 000	16 000	7	3
33-й	4	50	1 500	13 000	8	2

Пример. Необходимо определить обобщенные затраты на календарный год для квартиры в условных единицах, исходя из условий: квартира площадью 50 м^2 с центральным отоплением, водо- и газоснабжением, оборудована газовым счетчиком (считаем, что в среднем человек потребляет в месяц 5 м^3 газа) и счетчиками расхода воды (средний расход горячей воды в семье на 1 человека – 2 м^3 в месяц); планируемая потребность в электроэнергии на год $1\,500 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$; семья из 4-х человек имеет автомобиль для разъездов, пробег автомобиля $13\,000 \text{ км}$ в год, норма расхода бензина для автомобиля – 8 л на 100 км .

Решение. Для начала рассчитывается требуемое количество газа на 1 год:

$$B_{mn} = N \cdot n \cdot t \cdot K_k = 5 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 1,15 = 276 \text{ кг условного топлива (у. т.)}$$

Далее необходимо рассчитать требуемое количество бензина на 1 год:

$$B_{mm} = \frac{L \cdot N_i \cdot V_d \cdot K_e}{100} = \frac{13\,000 \cdot 8 \cdot 0,73 \cdot 1,49}{100} = 1\,131,2 \text{ кг у. т.}$$

Затем рассчитаем планируемые затраты на электроэнергию (потребность в электроэнергии на 1 год берем из таблицы 11):

$$B_s = K_s \cdot \mathcal{E} = 0,28 \cdot 1\,500 = 420 \text{ кг у. т.}$$

Затем рассчитаем планируемые энергетические затраты на тепло:

$$B_q = K_q \cdot (Q_{kv} + Q_v) = 175 \cdot (0,017 \cdot 50 \cdot 6 + 0,1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 12) = 892,5 + 1\,680 = 2\,572,5 \text{ кг у. т.}$$

Следует определить общие энергетические затраты семьи из 4-х человека на 1 год:

$$O\mathcal{E}Z = 276 + 1\,131,2 + 420 + 2\,572,5 = 4\,399,7 \text{ кг у. т.}$$

Вывод. Наибольшие затраты у семьи из 4-х человек за 1 год – на отопление, горячее водоснабжение и моторное топливо (в расчетах – почти в 3 раза больше, чем на электроэнергию). Следовательно, для снижения расходов на отопление необходимо установить пластиковые стеклопакеты, покрыть стены и полы теплоизоляционными материалами. Как резерв экономии энергоресурсов и денежных средств, семье рекомендуется сократить число поездок на автомобиле.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы традиционные источники энергии?
2. Каковы нетрадиционные источники энергии?
3. Что понимается под условным топливом?
4. Какова краткая характеристика основных теплоизоляционных материалов?
5. Каковы основные меры экономии тепловой энергии в быту?
6. Какие существуют электроприборы в быту и каковы правила их эксплуатации для повышения энергосбережения?
7. Каковы основные энергосберегающие характеристики оконных стеклопакетов?
8. Какова характеристика ламп накаливания и энергосберегающих ламп? Каковы их преимущества и недостатки?

Раздел V. ОХРАНА ТРУДА

Тема 9. Определение эффективности работы вентиляционных систем

Цель занятия – изучить показатели, характеризующие эффективность работы вентиляционных систем помещений торговых организаций; приобрести навыки расчета эффективности работы вентиляционных систем.

Краткие теоретические сведения

Рациональная вентиляция воздуха в помещениях торговых организаций является важным фактором улучшения условий работы и повышения производительности труда торговых работников, сохранения качества товаров, повышения культуры торговли.

Вентиляция – это замена воздуха помещений наружным чистым воздухом в целях создания в них благоприятной для здоровья людей воздушной среды.

В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляция подразделяется на *естественную, искусственную (механическую) и смешанную*.

Естественную вентиляцию подразделяют на *организованную и неорганизованную*. Организованная естественная вентиляция может быть канальной (дефлекторной) и бесканальной (аэрация).

По способу воздухообмена системы искусственной вентиляции подразделяются на:

- *вытяжные*, которые предназначены для удаления из помещений загрязненного воздуха и недопущения проникновения его в соседние помещения (кухни предприятий общепита, цеха сахарных, мукомольных и льноперерабатывающих заводов и др.);

- *приточные*, предназначенные для подачи чистого воздуха внутрь зданий в тех случаях, когда в помещениях нет опасных, вредных или неприятно пахнущих загрязнений и для предотвращения их проникновения из других помещений (административно-бытовые помещения, бухгалтерия, планово-экономический отдел и т. п.);

- *приточно-вытяжные* (чаще с преобладанием вытяжки над притоком) устраиваются в тех случаях, когда за счет естественно организованного притока воздуха в помещении не может быть обеспечен расчетный воздухообмен при помощи вытяжки.

По назначению искусственная вентиляция подразделяется на *рабочую* и *аварийную*.

Интенсивность искусственной вентиляции помещений определяется *кратностью воздухообмена*, которая показывает, сколько раз за 1 ч происходит полная замена воздуха в помещении. Кратность воздухообмена (K) рассчитывается по формуле

$$\hat{E} = \frac{L}{V}, [1/\text{ч}], \quad (9.1)$$

где L – количество вентилируемого (перегоняемого вентиляционной системой) воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

V – объем (вместимость) помещения, м^3 .

Согласно строительным нормам и правилам, в помещениях торговых предприятий с приточно-вытяжной вентиляцией установлена следующая кратность воздухообмена: в складских помещениях – 1 раз в час, в торговых залах магазинов – 2 раза в час.

Задание

Изучите методику расчета коэффициента кратности воздухообмена, характеризующего эффективность работы вентиляционных систем. Рассчитайте данный показатель для складов оптовых организаций и магазинов, сравните с нормативом и сделайте выводы, используя данные, приведенные в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристики объемов обмениваемого воздуха и объемов помещений

Помещение	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
<i>Объем обмениваемого воздуха (L), м³/ч</i>										
1. Склад тканей	800	850	1 500	1 400	1 300	700	650	950	2 000	2 100
2. Склад швейных изделий	4 800	4 000	5 600	5 200	5 200	5 500	5 000	4 100	5 300	3 800
3. Магазин «Промтовары»	900	1 050	1 000	1 500	1 300	1 800	900	1 000	2 500	1 600
4. Магазин «Продтовары»	700	750	650	900	650	850	950	600	1 000	850
<i>Объем помещения (V), м³</i>										
1. Склад тканей	880	900	1 100	1 200	1 000	800	850	840	1 800	2 800
2. Склад швейных изделий	4 100	4 800	5 000	5 700	6 050	4 000	4 200	5 200	3 700	3 900
3. Магазин «Промтовары»	500	450	550	620	750	800	500	520	1 200	700
4. Магазин «Продтовары»	300	350	400	500	300	500	450	350	520	350

Расчеты по каждому объекту оформите в виде таблицы 13. Вариант определяется преподавателем.

Таблица 13 – Определение фактической кратности воздухообмена и отклонения ее от нормативной, раз/ч

Торговое помещение	Кратность воздухообмена по нормативу	Фактическая кратность воздухообмена	Отклонение факта от норматива (+; –)
1	2	3	4

Методические указания по выполнению задания

Все расчеты по каждой организации необходимо оформить в виде таблицы 13. Вариант выдается студенту преподавателем.

Задание выполняется в следующей последовательности. В графу 1 таблицы 13 записываются наименования помещений из таблицы 6. В графу 2 таблицы 13 записываются нормативы кратности воздухообмена согласно СНиП. Данные в графе 3 получаются путем деления

объема обмениваемого воздуха на объем помещения (в соответствии с названием помещения и данных частей 1 и 2 таблицы 12). Данные графы 4 (отклонение) получаем путем вычитания из фактических данных кратности воздухообмена нормативных значений (графа 3 минус графа 2).

Полученные фактические коэффициенты сравниваются с нормативными, и делается заключение с указанием мероприятий по нормализации кратности воздухообмена (анализируются отклонения в графе 4: «-» – нехватка воздухообмена, «+» – его избыток).

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы основные параметры воздушной среды (микроклимата) рабочих помещений и их влияние на организм человека?
2. Что понимается под вентиляцией и каких видов она бывает?
3. Что понимается под кратностью воздухообмена и как она определяется?
4. Как системы искусственной вентиляции подразделяются по способу воздухообмена?
5. Каковы санитарно-гигиенические условия в торговых организациях и складских помещениях?

Тема 10. Определение потребности в естественном и искусственном освещении помещений торговых организаций

Цель занятия – изучить методику определения потребности в естественном и искусственном освещении помещений торговых организаций, приобрести навыки использования данной методики в практической деятельности.

Краткие теоретические сведения

Освещение – это получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий труда.

К производственному освещению предъявляются следующие гигиенические требования:

- достаточность – соответствие величины освещенности требованиям санитарных норм;

- равномерность освещения всех рабочих мест;
- максимальное приближение к спектру солнечного света.

В зависимости от источника света производственное освещение подразделяется на *естественное, искусственное и совмещенное*.

Искусственное освещение предназначено для освещения рабочих поверхностей в темное время суток или при недостаточности естественного освещения. По назначению оно подразделяется на *рабочее, аварийное, эвакуационное, дежурное и охранное*.

Рабочее освещение применяется в процессе производственной деятельности. *Аварийное* освещение предназначено для частичного продолжения работы в случае внезапного отключения или выхода из строя рабочего освещения. Оно должно иметь независимый источник питания и отдельную арматуру крепления. *Эвакуационное освещение* применяется для безопасной эвакуации людей из помещений при аварийном отключении рабочего освещения в местах, опасных для прохода людей, на лестницах, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работает более 50 чел. (0,5 лк в помещениях). *Охранное* освещение предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время (0,5 лк на уровне земли).

Дежурное освещение предназначено для минимального освещения помещений в нерабочее время (для несения дежурств охраны внутри здания).

Задание

Рассчитайте потребность в естественном и искусственном освещении для различных помещений, используя существующую методику. Определите расчетную потребность в освещении на основании нормативов, а затем, сравнив полученные результаты с фактическим освещением, сделайте выводы.

Исходные данные для расчетов (площадь помещений, фактическая световая площадь окон и мощность искусственного освещения помещений) приведены в таблице 14.

Таблица 14 – **Характеристика фактических величин площадей помещений, световой поверхности окон и мощности искусственного освещения**

Помещение	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
<i>Площадь помещения, м²</i>										
1. Склад обуви	730	720	710	610	750	850	750	1 100	980	420

2. Зал товарных образцов	350	310	480	500	580	520	410	380	350	310
--------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Окончание таблицы 14

Помещение	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
3. Рабочее место товароведа-бракера	12	15	12	18	15	18	15	21	18	21
4. Торговый зал магазина «Ткани»	210	240	300	270	252	450	360	600	210	240
5. Подсобно-операционные помещения	70	120	100	150	140	110	160	80	90	130
<i>Площадь световой поверхности окон, м²</i>										
1. Склад обуви	83	78	50	65	70	65	90	110	80	36
2. Зал товарных образцов	60	70	110	140	100	120	100	70	60	70
3. Рабочее место товароведа-бракера	5	6	3	4	6	8	5	6	7	9
4. Торговый зал магазина «Ткани»	28	25	30	39	42	65	70	110	42	40
5. Подсобно-операционные помещения	11	9	12	15	12	14	12	9	13	12
<i>Мощность искусственного освещения, Вт</i>										
1. Склад обуви	580	600	540	820	1 000	1 100	1 000	700	950	300
2. Зал товарных образцов	3 800	2 400	3 500	4 800	5 900	4 500	5 600	3 500	4 200	2 500
3. Рабочее место товароведа-бракера	140	300	180	190	220	370	400	450	200	250
4. Торговый зал магазина «Ткани»	6 000	4 400	8 500	5 000	4 000	6 500	10 000	7 500	5 700	6 000
5. Подсобно-операционные помещения	1 200	3 000	2 200	3 500	2 000	1 500	2 900	1 700	1 400	3 000

Методические указания по выполнению задания

Перед выполнением задания необходимо изучить литературу по

теме «Производственное освещение и его виды. Требования к освещению помещений и рабочих мест».

Согласно строительным нормам, норматив естественного освещения для хранения товаров на складах принят в размере отношения 1 м² световой поверхности оконного проема к 10 м² пола (1:10), зала товарных образцов, соответственно – 1:5, рабочего места товароведа-бракера – 1:3, торговых залов магазинов – 1:6, подсобно-операционных помещений – 1:10.

Норматив искусственного освещения для помещений закрытых складов равен 1 Вт/м², зала торговых образцов – 10, рабочего места товароведа-бракера – 15, торговых залов магазинов – 25, подсобно-операционных помещений – 20 Вт/м².

Расчеты оформите в виде таблицы 15. Для расчета показателей графы 5 в таблице 8 необходимо норматив отношения световой поверхности окон к площади пола согласно СНиП (данные графы 3) умножить на площадь конкретного помещения (данные графы 2). Например, площадь торгового зала магазина равна 240 м², норматив естественного освещения для него – 1:6 (т. е. $\frac{1}{6}$). Тогда расчетная потребность в естественном освещении будет равна

$$x = \frac{1}{6} \cdot 240 = 40 \text{ м}^2.$$

Для расчета показателей графы 6 необходимо норматив искусственного освещения (графа 4) умножить на площадь соответствующего помещения (графа 2).

По результатам расчетов сделайте заключение о соответствии фактического освещения помещений установленным нормативам, определите мероприятия по нормализации освещения, анализируя отклонения в графах 9 и 10 («–» – нехватка, «+» – избыток).

Таблица 15 – Определение потребности в естественном и искусственном освещении торговых помещений

Помещение	Площадь помещения,	Норматив освещения	Расчетная потребность в освещении	Фактическое освещение	Отклонение фактического освещения от расчетного (–; +)
-----------	--------------------	--------------------	-----------------------------------	-----------------------	--

	м ²	естественного (отношение площади окон и пола)	искусственного, Вт/м ²	естественном, м ² световой поверхности	искусственным, Вт	естественное, м ² световой поверхности	искусственное, Вт	естественного, м ²	искусственного, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Вопросы для самоконтроля

1. Какая существует классификация производственного освещения?
2. Каковы нормативы естественного и искусственного освещения для всех типов помещений, установленных строительными нормами?
3. На какие виды делится искусственное освещение по назначению?
4. Что понимается под освещенностью и в каких единицах она измеряется?
5. Что понимается под коэффициентом естественной освещенности? Каков порядок его расчета?

ТЕСТЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Раздел I

Выберите один правильный ответ из предложенных ниже вариантов.

1. Какие факторы влияют на масштаб очага химического поражения?

Варианты ответа:

- а) физико-химические свойства отравляющих веществ, количество выброшенного вещества, характер разлива, скорость ветра, метеосостояние, вертикальная устойчивость атмосферы;
- б) тип отравляющих веществ, направление и скорость ветра, месторасположение химически опасного объекта;
- в) количество выброшенных радиоактивных веществ, направление и скорость ветра, удаленность от населенного пункта;
- г) тип ядовитых веществ, скорость разлива, плохая видимость, удаленность от населенного пункта, направление ветра, обеспеченность средствами защиты.

2. Какие существуют виды прогнозов чрезвычайных ситуаций?

Варианты ответа:

- а) кварталный, годовой, пятилетний;
 - б) финансовый, экономический, социальный;
 - в) локальный, областной, республиканский;
 - г) долгосрочный, краткосрочный, оперативный.
3. Когда составляется долгосрочный прогноз?

Варианты ответа:

- а) заблаговременно на длительный период на основе имеющихся статистических данных о возможных ЧС и характере их последствий;
- б) проводится после ликвидации последствий ЧС для определения экономического ущерба и потерь;
- в) проводится после возникновения ЧС для получения более точных данных о сложившейся чрезвычайной обстановке;
- г) определяет ориентировочное время возникновения ЧС на основе анализа создавшейся экстремальной ситуации, характера ее возможного развития.

4. Для чего используется краткосрочный прогноз ЧС?

Варианты ответа:

- а) для расчета на основании имеющихся статистических данных вероятности возникновения ЧС в будущем;
- б) для определения экономического ущерба и потерь;
- в) для получения более точных данных о сложившейся чрезвычайной обстановке;
- г) для определения ориентировочного времени возникновения ЧС на основе анализа создавшейся экстремальной ситуации, характера ее возможного развития.

5. Что относится к основным способам защиты населения от чрезвычайных ситуаций?

Варианты ответа:

- а) медико-профилактические мероприятия, карантин, обсервация;
- б) применение способов индивидуальной защиты, укрытие, лечебно-профилактические мероприятия;
- в) оповещение, применение способов индивидуальной защиты, укрытие в защитные сооружения, эвакуация;

г) эвакуация, рассредоточение, оповещение, карантин.

6. Что представляет собой противорадиационное укрытие?

Варианты ответа:

а) инженерное сооружение герметичного типа, предназначенное для длительного пребывания людей от трех и более суток;

б) инженерное сооружение негерметичного типа, обеспечивающее защиту людей от радиоактивного облучения;

в) быстровозводимое в случае нападения противника защитное сооружение;

г) защитное сооружение, обеспечивающее укрытие людей от всех поражающих факторов.

7. Что понимается под термином «дезактивация»?

Варианты ответа:

а) обеззараживание (нейтрализация) веществ или их удаление с зараженной поверхности путем воздействия специальных средств;

б) уничтожение болезнетворных микробов и их токсинов на объектах, подвергающихся заражению;

в) удаление радиоактивных веществ с загрязненных поверхностей до допустимых норм загрязнения (безопасных для человека);

г) комбинированное обеззараживание с использованием физического (теплого) и химического воздействия.

8. Что понимается под термином «дегазация»?

Варианты ответа:

а) удаление радиоактивных веществ с загрязненных поверхностей до допустимых норм загрязнения (безопасных для человека);

б) обеззараживание (нейтрализация) или удаление веществ с зараженной поверхности путем воздействия специальных средств;

в) комбинированное обеззараживание с использованием физического (теплого) и химического воздействия;

г) уничтожение болезнетворных микробов и их токсинов на объектах, подвергающихся заражению.

Раздел II

Выберите один правильный ответ из предложенных ниже вариантов.

1. Какие частицы входят в состав атома?

Варианты ответа:

- а) протоны, нейтроны, ионы;
- б) протоны, нейтроны, электроны;
- в) позитроны, электроны, нейтроны;
- г) нейтроны, электроны, ионы.

2. Какие виды ионизирующих излучений существуют в природе?

Варианты ответа:

- а) электронное излучение, позитронное излучение, протонное излучение;
- б) гамма-излучение, рентгеновское излучение, нейтронное излучение;
- в) альфа-излучение, бета-излучение, гамма-излучение;
- г) альфа-излучение, бета-излучение, позитронное излучение.

3. Какое из перечисленных определений активности радионуклида является наиболее правильным?

Варианты ответа:

- а) время, в течение которого количество атомных ядер в результате распада уменьшается в два раза;
- б) количество атомных ядер, определяющееся средним периодом жизни радионуклида;
- в) количество распадов ядер в источнике за определенное время;
- г) количество нераспавшихся атомных ядер за определенный период времени.

4. Какие существуют виды активности?

Варианты ответа:

- а) поверхностная, объемная, удельная;
- б) взвешенная, эффективная, эквивалентная;
- в) относительная, удельная, абсолютная;
- г) большая, средняя, малая.

5. Какое из перечисленных определений периода полураспада является наиболее правильным?

Варианты ответа:

- а) время, в течение которого количество атомных ядер в результате распада уменьшается в два раза;
- б) количество атомных ядер, определяющееся средним периодом его жизни;
- в) количество распадов ядер в источнике за определенное время;
- г) количество нераспавшихся атомных ядер за определенный период времени.

6. Какое из определений изотопа является правильным?

Варианты ответа:

- а) атомные ядра, которые имеют одинаковое число ионов, но разное число протонов;
- б) атомные ядра, которые имеют одинаковое число протонов, но разное число нейтронов;
- в) атомные ядра, которые имеют одинаковое число нейтронов, но разное число ионов;
- г) атомные ядра, которые имеют одинаковое число нейтронов, но разное число протонов.

7. Каковы основные виды доз облучения?

Варианты ответа:

- а) поглощенная, экспозиционная, взвешенная, эффективная;
- б) экспозиционная, эквивалентная, суммарная, годовая;
- в) поглощенная, взвешенная, годовая, коллективная;
- г) экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эффективная.

8. Каковы единицы измерения поглощенной дозы?

Варианты ответа:

- а) Зв, бэр;
- б) Гр, бэр;
- в) Гр, рад;

г) Зв, рад.

9. Каковы основные принципы радиационной безопасности?

Варианты ответа:

- а) допустимости, нормирования, оптимизации;
- б) достаточности, допустимости, реальности;
- в) предупреждения, оповещения, оптимизации;
- г) нормирования, обоснования, оптимизации.

10. Какие основные типы радионуклидов выпали на территорию Республики Беларусь?

Варианты ответа:

- а) йод, цезий, стронций, плутоний, теллур;
- б) уран, цезий, стронций, хлор;
- в) цезий, стронций, америций, тритий, аммиак;
- г) йод, цезий, стронций, водород, дейтерий, хлор.

Раздел III

Выберите один правильный ответ из предложенных ниже вариантов.

1. Что из нижеперечисленного не относится к глобальным экологическим проблемам?

Варианты ответа:

- а) радиоактивное загрязнение территории государства;
- б) уменьшение площадей тропических и северных лесов;
- в) уменьшение биологического разнообразия флоры и фауны;
- г) истощение многих месторождений полезных ископаемых.

2. Как называются элементы природы, необходимые человеку для жизнеобеспечения и вовлекаемые им в материальное производство?

Варианты ответа:

- а) предметами потребления;
- б) природными условиями;

- в) природными ресурсами;
- г) природной средой.

3. К какой из нижеперечисленных категорий природных ресурсов относятся каменный уголь, нефть и газ?

Варианты ответа:

- а) исчерпаемые возобновляемые;
- б) исчерпаемые невозобновляемые;
- в) неисчерпаемые;
- г) невозобновляемые.

4. Какую роль выполняет озоновый слой Земли?

Варианты ответа:

- а) является источником пополнения атмосферного кислорода;
- б) защищает флору и фауну Земли от ультрафиолета;
- в) защищает флору и фауну Земли от космического излучения;
- г) уменьшает «парниковый эффект» в атмосфере Земли.

5. Что такое ксенобиотики?

Варианты ответа:

- а) парниковые газы (метан, углекислый газ, оксиды азота);
- б) пестициды, тяжелые металлы, нефтепродукты, фреоны;
- в) отходы химической промышленности;
- г) отходы жизнедеятельности человека.

Раздел IV

Выберите один правильный ответ из предложенных ниже вариантов.

1. Что понимается под условным топливом?

Варианты ответа:

- а) единица учета неорганического топлива, применяемая для сопоставления эффективности различных видов топлива;

б) единица учета органического топлива, применяемая для сопоставления эффективности различных видов топлива;

в) единица учета органического и неорганического топлива, применяемая для сопоставления их эффективности;

г) эквивалент любого сжигаемого вида топлива, измеряемый в гигакалориях.

2. Какой способ получения электрической энергии является наиболее экологически чистым?

Варианты ответа:

а) выработка электроэнергии на гидроэлектростанции;

б) выработка электроэнергии на атомной электростанции;

в) выработка электроэнергии на тепловой электростанции;

г) выработка электроэнергии на ветряной электростанции.

3. Что из нижеперечисленного относится к традиционным источникам энергии?

Варианты ответа:

а) энергия солнца и ветра;

б) энергия, получаемая от сжигания биогаза;

в) энергия, получаемая от сжигания угля, нефти, газа и др.;

г) энергия приливов океана, геотермальная энергия;

4. Что понимается под биогазом, применяемый в биоэнергетике?

Варианты ответа:

а) газ, получаемый путем гниения растительных отходов;

б) газ, получаемый водородным или метановым брожением;

в) газ, получаемый из трясины болот («болотный газ»);

г) газ, получаемый путем специальных химических реакций.

Раздел V

Выберите один правильный ответ из предложенных ниже вариантов.

1. Какова классификация вредных и опасных производственных факторов согласно ГОСТ системы стандартов безопасности труда?

Варианты ответа:

- а) организационные, технические, санитарно-гигиенические, психофизиологические;
- б) санитарно-гигиенические, психофизиологические, эстетические, социально-психологические;
- в) физические, химические, биологические, психофизиологические;
- г) механические, тепловые, химические, электрические.

2. Какая величина оптимальной температуры воздуха установлена в офисных помещениях санитарными нормами и правилами?

Варианты ответа:

- а) 18...20°C;
- б) 20...22°C;
- в) 22...24°C;
- г) 24...26°C.

3. На какие виды подразделяется естественное освещение?

Варианты ответа:

- а) общее, местное, комбинированное;
- б) рабочее, аварийное, эвакуационное, дежурное, охранное;
- в) естественное, искусственное, совмещенное;
- г) боковое, верхнее, комбинированное.

4. На какие виды подразделяется производственная вибрация по способу воздействия на человека?

Варианты ответа:

- а) широкополосная и тональная;
- б) общая и локальная;
- в) постоянная и непостоянная;
- г) механическая, гидравлическая, электромагнитная.

5. Какие существуют виды поражения человека электрическим током?

Варианты ответа:

- а) термические, электролитические, биологические;
- б) непроизвольное судорожное сокращение мышц;
- в) электротравмы и электроудары;
- г) токовые и дуговые ожоги, фибрилляция мышцы сердца.

6. Какие факторы, определяющие характер и тяжесть исхода воздействия электрического тока на человека, являются наиболее опасными?

Варианты ответа:

- а) род и частота тока, сопротивление кожи человека, продолжительность воздействия тока;
- б) величина тока, пути прохождения тока через тело человека, схема включения человека в цепь тока;
- в) условия внешней среды, состояние здоровья работника и его подготовленность к работе;
- г) все варианты ответа верные.

ГЛОССАРИЙ

Чрезвычайная ситуация – это обстановка, сложившаяся в результате аварии, катастрофы или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение жизнедеятельности людей.

Экстремальное событие – резкое, существенное отклонение от нормы протекающих процессов или явлений.

Авария – экстремальное событие, приведшее к выходу из строя, разрушению (повреждению) технических устройств, транспортных средств, сооружений.

Катастрофа – крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

Стихийное бедствие – опасное явление природы, приводящее к нарушению жизнедеятельности, уничтожению материальных средств, гибели людей.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций – комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно, направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций – проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ по спасению жизни и здоровья людей, снижению вреда окружающей среде, материальных потерь.

Радиационная безопасность – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного воздействия ионизирующего излучения.

Радиационная защита – система мер по предупреждению и уменьшению вредного воздействия ионизирующего излучения на человека.

Ионизирующее излучение – излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы различных знаков.

Источник ионизирующего излучения – устройство или радиоактивное вещество, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение.

Активность источника ионизирующего излучения – количество ядерных распадов в единицу времени.

Доза ионизирующего излучения – количество энергии ионизирующего излучения, переданное единице объема облучаемого вещества за время облучения.

Мощность дозы – доза излучения за единицу времени (секунда и производные).

Предел дозы (ПД) – величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.

Природные ресурсы – совокупность естественных продуктов природы, используемых человеком для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества.

Радиационная авария – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью, повреждением оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды сверх установленных норм.

Уровень вмешательства – уровень радиационного фактора, при превышении которого следует проводить определенные защитные мероприятия.

Безопасные условия труда – условия труда, при которых исключено воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов (ст. 1 Закона Республики Беларусь «Об охране труда»).

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья либо к смерти.

Охрана труда – это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работающих в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Парниковые газы – диоксид углерода, метан, оксид азота, водяной пар и хлорфторуглероды (фреоны).

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

Условия труда – совокупность факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, воздействующих на работоспособность и здоровье работающего в процессе трудовой деятельности.

Условное топливо – единица учета органического топлива, применяемая для сопоставления эффективности различных видов топлива и суммарного их учета.

Электробезопасность – система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающая защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Энергосберегающая политика – правовое, организационное и финансово-экономическое регулирование деятельности в области энергосбережения.

Энергосбережение (экономия энергии) – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов.

Эффект суммации – одновременное сходное воздействие на организм человека нескольких вредных веществ, суммарная концентрация которых в воздухе может превышать допустимую, установленную для каждого вещества в отдельности.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Антоненков, А. И. Безопасность жизнедеятельности : учеб.-практ. пособие / А. И. Антоненков, С. Е. Гапанович ; под ред. И. Я. Гапановича. – Минск : БГЭУ, 2001. – 59 с.

Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Э. А. Арустамов [и др.] ; под ред. Э. А. Арустамова. – М. : ИВЦ «Маркетинг», 1999. – 304 с.

Безопасность жизнедеятельности : учеб. / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М. : Высш. шк., 2000. – 343 с.

Безопасность жизнедеятельности : учеб. / под ред. Э. А. Арустамова. – М. : Дашков и К°, 2001. – 678 с.

Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий при чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / В. В. Денисов [и др.]. – М. : ИКЦ «МарТ», 2003. – 608 с.

Врублевский, Б. И. Основы энергосбережения: учеб. пособие / Б. И. Врублевский [и др.] ; под ред. Б. И. Врублевского. – Гомель : ЦНТУ «Развитие», 2002. – 190 с.

Врублевский, Б. И. Основы энергосбережения: практикум / Б. И. Врублевский [и др.]. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2011. – 91 с.

Голубева, Т. А. Основы экологии и экономика природопользования. Практикум : учеб. пособие / Т. А. Голубева. – 2-е изд. перераб. и доп. – Минск : ИВЦ Минфина, 2011. – 248 с.

Дорожко, С. В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 1. Чрезвычайные ситуации и их предупреждение / С. В. Дорожко, И. В. Ролевич, В. Т. Пустовит. – 4-е изд. – Минск : Дикта, 2009. – 292 с.

Дорожко, С. В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 2. Си-

стема выживания населения и защита территорий в чрезвычайных ситуациях / С. В. Дорожко, В. Т. Пустовит, Г. И. Морзак, В. Ф. Мурашко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : Дикта, 2010. – 388 с.

Дорожко, С. В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие. В 3 ч. Ч. 3. Радиационная безопасность / С. В. Дорожко, В. П. Бубнов, В. Т. Пустовит. – 5-е изд., перераб. и доп. – Минск : Дикта, 2010. – 312 с.

Ковальчук, А. В. Охрана труда : курс лекций / А. В. Ковальчук. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2014. – 108 с.

Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность / В. А. Круглов [и др.] ; под ред. В. А. Круглова. – Минск : Амалфея, 2003. – 368 с.

Михнюк, Т. Ф. Охрана труда и основы экологии : учеб. / Т. Ф. Михнюк. – Минск, 2007. – 356 с.

Невзоров, В. В. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учеб. пособие / В. В. Невзоров, О. А. Скрыпниченко, О. В. Шереметова. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2008. – 160 с.

Пивоваров, Ю. П. Радиационная экология : учеб. пособие / Ю. П. Пивоваров. – М. : Академия, 2004. – 204 с.

Постник, М. И. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях : учеб. / М. И. Постник. – Минск : Выш. шк., 2003. – 398 с.

Прудников, С. П. Защита населения от чрезвычайных ситуаций : учеб. пособие / С. П. Прудников, О. В. Шереметова, О. А. Скрыпниченко. – Минск : РИПО, 2013. – 272 с.

Челноков, А. А. Охрана труда : учеб. / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов, В. Н. Цап ; под общ. ред. А. А. Челнокова. – Минск : Выш. шк., 2011. – 671 с.

Дополнительная литература

Бабовоз, С. П. Гражданская оборона в Республике Беларусь : учеб. пособие / С. П. Бабовоз, В. А. Круглов, В. А. Генералов. – Минск : Амалфея, 2000. – 224 с.

Васильев, П. П. Безопасность жизнедеятельности: экология и охрана труда. Количественная оценка и примеры : учеб. пособие / П. П. Васильев. – М. : ЮНИТИ-Дана, 2003. – 188 с.

Гавриленко, В. Н. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие /

В. Н. Гавриленко, О. А. Скрыпниченко, О. В. Шереметова. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2005. – 136 с.

Михнюк, Т. Ф. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / Т. Ф. Михнюк. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 240 с.

Охрана труда : практикум / авт.-сост. : А. В. Ковальчук, О. В. Шереметова. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2014. – 84 с.

Радиационная безопасность : практикум / авт.-сост. : В. Н. Гавриленко, О. А. Скрыпниченко, О. В. Шереметова. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2005. – 84 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Определение степени вертикальной устойчивости атмосферы по прогнозу погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность	ясно, переменная облачность	сплошная облачность
< 2	ин	из	из (ин)	из	к (из)	из	ин	из
2–3,9	ин	из	из (ин)	из	из	из	из	из
> 4	из	из	из	из	из	из	из	из

Примечания – 1. Условные обозначения: ин – инверсия; из – изотермия; к – конвекция; буквы в скобках – при снежном покрове (условно принимаем при температуре воздуха ниже 0°C).

2. Под термином «утро» понимается период времени в течение двух часов после восхода солнца, под термином «вечер» – в течение двух часов после захода солнца.

3. Скорость ветра и степень вертикальной устойчивости воздуха принимаются в расчетах на момент аварии.

Приложение В

Значение коэффициента K_4 в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,67	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Приложение Г

Значение коэффициента K_6 в зависимости от времени, прошедшего после начала аварии

Время, прошедшее после начала аварии, ч	1	2	3	4
K_6	1	1,74	2,41	3,03
Примечание – При времени после начала аварии $N = 4$ ч значение коэффициента $K_6 = N^{0,8}$.				

Приложение Д

Глубина зоны заражения, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менее	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19

6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	1,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34

Окончание приложения Д

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	30	50	70	100	300	500	700	1 000	2 000
1 и менее	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	363	572
2	21,09	28,73	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
3	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	104	130	202
4	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	81,17	101	157
5	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,60	129
6	9,06	12,14	17,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,70	110
7	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,16	69,30
8	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,70	86,20
9	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	41,76	51,60	78,30
10	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	38,50	47,53	71,90
11	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	35,81	44,15	66,62
12	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	35,55	41,30	62,20
13	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	31,62	38,9	58,44
14	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	29,95	36,81	55,20
15	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60	23,50	28,48	34,98	52,37

Приложение Е

Скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха, км/ч

Состояние атмосферы	Скорость ветра, м/с														
Степень вер- тикальной устойчивости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Инверсия	5	10	16	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88
Конвекция	7	14	21	28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Приложение Ж

Порядок нанесения зон заражения на топографические карты и схемы

Зона возможного заражения облаком АХОВ на предложенных ниже рисунках ограничена окружностью, полуокружностью или сектором, имеющими радиус, равный глубине зоны заражения (Γ). Виды зон химического заражения, в зависимости от скорости ветра ($V_{\text{ветра}}$) по прогнозу, приведены в приложении И.

При скорости ветра по прогнозу 0,5 м/с и менее зона заражения имеет вид окружности (рисунок 1).

Точка O соответствует источнику заражения, угол $\varphi = 360^\circ$, радиус окружности равен Γ .

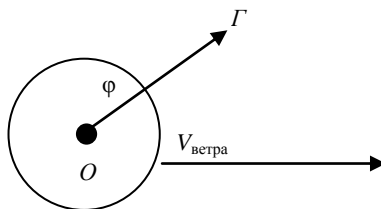
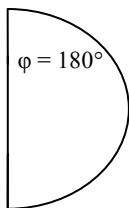


Рисунок Ж.1 – Зона заражения при скорости ветра меньше 0,5 м/с

При скорости ветра по прогнозу 0,6–1 м/с зона заражения имеет вид полуокружности (рисунок 2).



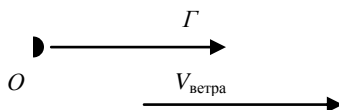


Рисунок Ж.2 – Зона заражения при скорости ветра 0,6–1 м/с

Точка O соответствует источнику заражения, угол $\varphi = 180^\circ$, радиус полуокружности равен Γ , биссектриса угла совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.

При скорости ветра по прогнозу больше 1 м/с зона заражения имеет вид сектора (рисунок Ж.3).

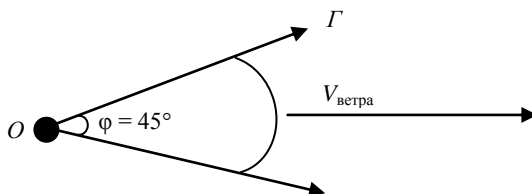


Рисунок Ж.3 – Зона заражения при скорости ветра больше 1 м/с

Точка O соответствует источнику заражения.

При скорости ветра 1,1 – 2 м/с угол $\varphi = 90^\circ$, при скорости ветра больше 2 м/с, угол $\varphi = 45^\circ$, радиус сектора равен Γ , биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.

Приложение II

Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	0,5 и менее	0,6–1	1,1–2	более 2
Угловые размеры, φ	60	180	90	45

Строение атома и ядра

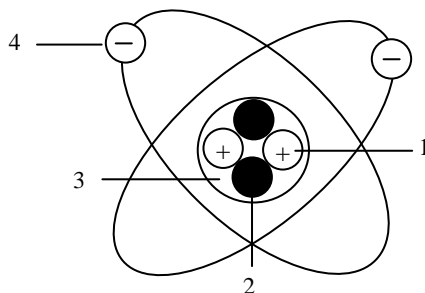
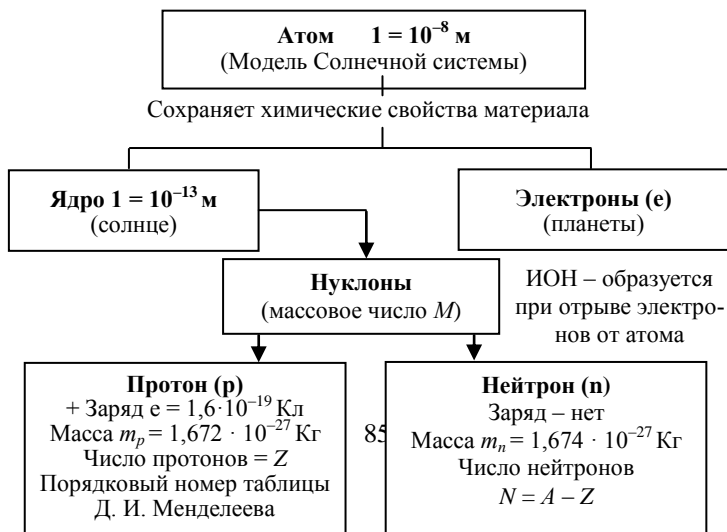


Рисунок К.1 – Модель атома гелия ${}^4_2\text{He}$

Условные обозначения:

1 – протон; 2 – нейтрон; 3 – ядро атома; 4 – электрон



$$m_n - m_p = 0,2 \cdot 10^{-29} \text{ Кг}$$

$$m_e = 0,9 \cdot 10^{-30} \text{ Кг}$$

Варианты обозначений химических символов: ${}^M_Z\text{X}$; ${}_Z\text{X}^M$; ${}^M\text{X}$.

Примеры изотопов (Z – число протонов постоянное): ${}^{133}_{55}\text{Cs}$, ${}^{134}_{55}\text{Cs}$, ${}^{137}_{55}\text{Cs}$.

Рисунок К.2 – Физическая характеристика атома

Приложение Л

Критерии ионизирующего излучения

Наименование, буквенный символ	Содержание	Единицы измерения	
		СИ	Вне системы
1. Критерии источника ионизирующего излучения			
Вид излучения	Фотонное (гамма и рентгеновское излучение) Корпускулярное (α -частицы, β -частицы, нейтроны, протоны и т. д.)	Соотношение $1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$	
Активность (A)	Мера радиоактивности, определяемая числом радиоактивных распадов в единицу времени	Бк (беккерель)	Ки (кюри)
Энергия излучения – энергетический спектр излучения (E)	Разность суммарной энергии всех заряженных и незаряженных частиц, входящих в данный объем вещества, и суммарной энергии частиц, выходящих из этого объема	Дж (джоуль)	еВ (электрон-вольт)
Период полураспада ($T_{1/2}$)	Время, в течение которого распадается половина данного количества радионуклидов: маложивущие радионуклиды ($T_{1/2}$ до 1 года);		
	среднеживущие радионуклиды ($T_{1/2}$ до 100 лет);		
	долгоживущие ($T_{1/2}$ более 100 лет)		
2. Критерии концентрации радиоактивности			
Поверхностная ак-	Активность источника на единицу площади (для определения степени	Бк/м ²	Ки/км ²

тивность (As)	загрязнения больших площадей)		
Объемная активность (Av)	Активность источника на единицу объема (для определения загрязнения различных объемов)	Бк/л, м ³	Ки/л, м ³
Удельная активность (Am)	Активность источника на единицу массы (для определения загрязнения твердых материалов)	Бк/кг	Ки/кг
<i>Дозовые критерии</i>			
Поглощенная доза (D)	Средняя энергия, переданная источником излучения веществу, находящемуся в элементарном объеме	Гр (грей), (Дж/кг)	рад
		Соотношение 1 Гр = 100 рад	

Окончание приложения

Наименование, буквенный символ	Содержание	Единицы измерения	
		СИ	Вне системы
Эквивалентная доза (H)	<p>Величина, используемая для определения степени ионизации биологической ткани с учетом характера вида излучения, рассчитывается по формуле</p> $H = W_R D,$ <p>где D – поглощенная доза; W_R – взвешивающий коэффициент вида излучения (γ–1, β–1, α–20, n–5–20, p–5).</p> <p>При нескольких видах излучений эквивалентная доза рассчитывается по формуле</p> $H = \sum_k W_R D$	Зв (зиверт)	бэр
		Соотношение 13в = 100 бэр	
Эквивалентная эффективная доза (E)	<p>Величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности, определяется по формуле</p> $E = H_{эф} = \sum_T W_T H_{iT},$ <p>где H_{iT} – эквивалентная доза в ткани или органе T за время t; W_T – взвешивающий коэффициент по ткани или органу T; $H_{эф}$ – эквивалентная эффективная</p>	Зв	бэр

	ная доза		
Мощность дозы:	Приращение дозы в единицу времени		
• X -экспозиционной		Кл · кг/с	Р/ч
• D -поглощенной		Гр/с	рад/ч
• H -эквивалентной		Зв/с	бэр/ч
• E -эффективной		Зв/с	

Приложение М

Влияние больших доз облучения на человека



Приложение Н

**Биологические нарушения при однократном облучении
всего тела большими дозами**

Доза излучения, Гр	Степень острой лучевой болезни	Начало проявления	Характер реакции	Формы болезни	Последствия
1–2,5	Легкая	2–3 ч	Тошнота, рвота	Костно-мозговая	100%-ное выздоровление
2,5–4	Средняя (II)	2–3 ч	Тошнота, слабость		100%-ное выздоровление
4,5–6	Тяжелая (III)	от 20–40 мин до 2 суток	Рвота, недомогание, $t = 38^{\circ} \text{C}$		Выздоровление 50–80% при специальном лечении
6–10	Переходная	–	–	–	–
10–80	Крайне тяжелая (IV)	от 20–30 мин до 3–4 суток	Поражение кожи, слизистых оболочек, $t > 38^{\circ} \text{C}$	Кишечная	30–50%-ное выздоровление при раннем лечении в специальной клинике
Более 80				Церебральная	Смертельный исход 100%, выздоровление чрезвычайно редко

Примечание – При *костно-мозговой* форме болезни убиваются клетки головного мозга, лимфатических узлов, селезенки, утрачивается функция обновления клеток крови; при *кишечной* – развивается воспаление слизистой желудка, толстого и тонкого кишечника; при *церебральной* – поражаются клетки мозга.

Стохастические эффекты последствий облучения человека средними и малыми дозами облучения



Результат влияния на людей средних и малых доз облучения зависит от следующих факторов:

- величины дозы (приложения М и Н);
- продолжительности воздействия (одна и та же доза, получаемая за короткий промежуток времени, вызывает меньше поражений, чем доза, полученная за длительный период).

Влияние средних и малых доз облучения на людей

Доза излучения на все тело, Гр	Немедленный результат	Отдаленный результат
0,1–0,5	У большинства нет реакции. У чувствительных людей развивается лучевая болезнь	Поражение лимфоцитов. Преждевременное старение. Генетическое поражение потомства. Увеличение риска возникновения рака
До 0,1	Нет реакции	Преждевременное старение. Увеличение небольших мутаций в потомстве, увеличение частоты болезней (астма, аллергия и др.). Возникновение уродств у потомства. Дополнительный риск возникновения рака

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	3
Раздел I. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	5
Тема 1. Подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Определение параметров и оценка обстановки в зоне наводнения	5
Тема 2. Оценка обстановки при аварии на химически опасном объекте	15
Тема 3. Расчет потребности в средствах пожаротушения для торговых организаций	23
Тема 4. Электробезопасность. Оценка опасности поражения человека электрическим током.....	27
Раздел II. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	32
Тема 5. Физические основы радиоактивности.....	32
Тема 6. Биологические эффекты воздействия ионизирующего излучения.....	39
Раздел III. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ.....	46
Тема 7. Изменение климата Земли. Природные и антропогенные источники загрязнения атмосферного воздуха.....	46
Раздел IV. ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	50
Тема 8. Энергосберегающие технологии в быту. Эффективные способы энергосбережения в быту.....	50
Раздел V. ОХРАНА ТРУДА	58
Тема 9. Определение эффективности работы вентиляционных систем.....	58
Тема 10. Определение потребности в естественном и искусственном освещении помещений торговых организаций	61
Тесты для самостоятельного контроля знаний	65
Глоссарий.....	74
Список рекомендуемой литературы	77
Приложения.....	79

Учебное издание

**БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА**

**Практикум
для реализации содержания образовательных
программ высшего образования I ступени**

Авторы-составители:
Шереметова Ольга Викторовна
Ковальчук Александр Васильевич

Редактор Т. В. Гавриленко
Компьютерная верстка Е. А. Шведова

Подписано в печать 01.11.16. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.
Бумага типографская № 1. Гарнитура Таймс. Ризография.
Усл. печ. л. 5,35. Уч.-изд. л. 5,50. Тираж 330 экз.
Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Белорусский торгово-экономический
университет потребительской кооперации».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/138 от 08.01.2014.
Просп. Октября, 50, 246029, Гомель.
<http://www.i-bteu.by>.

**БЕЛКООПСОЮЗ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ»**

Кафедра товароведения

**БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА**

**Практикум
для реализации содержания образовательных
программ высшего образования I степени**

Гомель 2016